رصد السماء
تمهيد لمعرفة الكوكبات السماوية والتطلع اليها.
تأليف: عبدالرحيم بدر

الطبعة الأولى: عمان ١٩٩٢
رقم الايداع: ١٩٩٠/١١/٧٥٩
رقم الاجازة المتسلسل: ١٩٩٠/١١/٧٧٧

٥٢٢
بدر

بدر، عبدالرحيم
رصد السماء: تمهيد لمعرفة الكوكبات السماوية والتطلع اليها
عبدالرحيم بدر – عمان: مؤسسة عبدالحميد شومان، ١٩٩٢
٤٠٨ صفحات
١ – علم الفلك ٢ – الكواكب
أ – العنوان

(تمت الفهرسة بمعرفة دائرة المكتبات والوثائق الوطنية)

د. عبد الرحيم بدر

رَصْد السَماء

تمهيد لمعرفة الكوكبات السماوية والتطلع إليها

توطئـة

ان المؤلف الذي تقدمه مؤسسة عبدالحميد شومان هذه المرة مؤلّف علمي يهم - كما نعتقد - قطاعا لا بأس به من أبناء الأمة، وان بدا الكتاب علميا يدور حول الفلك ورصد السماء، فهو - كما سيلاحظ القارىء العزيز - قد وضع لعامة المثقفين بأسلوب مبسط سهل الفهم، ويضع القاريء على بوابة مفتوحة واسعة تقربه من معرفة صفحة السماء والأشكال النجومية المنتشرة. وهو دافع الى الرصد والممارسة العملية للفلك واستعمال الآلات البصرية، منتقلين بهذه الممارسة العملية من القراءات والكتب النظرية في هذا الموضوع.

وسيجد القارىء الكثير من الخرائط الفلكية، وشروحات عن المناظير والمراقب (التلسكوبات) وكيفية رصد المذنبات. وهذه بدورها تقدم تفصيلا وتعريفا مسهبا عن قبة السماء وما تحويه.

أما مؤلف الكتاب فهو طبيب وانسان، الا أن هواياته العلمية والأدبية قد تغلبت على مهنته في أحيان كثيرة، فهو قد نحت تلسكوبه الخاص في منزله بأريحا عام ١٩٦٢ كأول مرصد شخصي في الشرق الأوسط. ولطالما حلم بخلق جيل من هواة الفلك المهتمين، والحصول على مرصد علمي وعصري لتدريب هؤلاء الهواة وعمل دراسات رصديه مهمة، وعقد مؤتمرات فلكية في العالم العربي.

وهذا الكتاب يضيف واحدا آخر الى سلسلة كتب ومؤلفات أخرى للمؤلف كلها في مجال الفلك والكون والسماء والنجوم وتاريخ الفلك عند العرب.

ومؤسسة عبدالحميد شومان وهي تقدم هذا الأصدار ضمن اصداراتها، فانها على ثقة من أنه سيجد طريقه الى الكثير من المهتمين الذين يحرصون على التعرف على قبة السماء وما فيها آملة أن تكون خطوة واثقة نحو تطوير العلوم عند العرب.

عبدالمجيد شومان

رئيس مجلس الادارة

مقدمة

كتبت هذا الكتاب واضعاً نصب عيني القاريء العربي العادي. والقاريء العربي – كما آراه – متعطش لفهم الفلك على وجهه الصحيح أو أخذ فكرة تقريبية عنه. والفلك على وجهه الصحيح يشمل القسم النظري والقسم العملي من بحث الفضاء وما فيه من أجرام. وأعلم في الوقت نفسه انه قد شبع من الكتب النظرية عن الفلك التي تملأ المكاتب. وهذه قد تكون ترجمة عن مؤلفين أجانب، وكثير منها سيّء في الترجمة، وقد تكون من تأليف علماء عرب لم يمارسوا الرصد وليس لهم به خبرة جيدة.

إن عملية الرصد التي أصبحت تمارسها الملايين من هواة الفلك في العالم المتمدن، وعملية مراقبة الكواكب والأجرام السماوية التي يشاهدها ملايين الطلبة في الدول المتحضرة، حين يأخذهم أساتذتهم الى المراصد والشاشات الفلكية – هذه الأمور هي غريبة علينا كل الغرابة.. فالمراصد في بلادنا العربية تكاد تكون معدومة، وهناك بعض الشاشات الفلكية في بعض البلدان، ولكنها قليلة جداً.

إن علم الفلك في العالم العربي أصبح – على حدّ علمي – شيئاً للدراسة النظرية والاستمتاع الذهني فقط. الدراسة والاستمتاع في مواضيع اعتدنا ان نأخذ معطياتها من الغرب، فنبحث فيما يقوم به الغرب من استكشاف وما يصل اليه من حقائق. أما الرصد وتوجيه المرقب الى السماء ومحاولة اجراء بحث، صغيراً كان أم كبيراً، فهذا أمر لم يعد يمّر بحسبان القارىء العربي، لأنه أبعد من أن ينال.

يذكرني هذا بما كنت أؤمن به أنا نفسي قبل سنة ١٩٦٢، ونقطة التحول التي حدثت معي لمجرد الصدفة فقط. كان لي صديق مهندس عالم يقرأ مجلات وكتباً علمية عديدة. زرته مرة فوجدت لديه مجلة علمية أمريكية، فطلبت استعارتها، وأخذتها. ورحت أقرأ ما يتيسّر لي حتى وصلت الى ركن الهواة. وكان في هذا الركن موضوع طريف حقّاً: كيف ينحت الهاوي مرآة مرقبه (تلسكوبه) فبحلقت عيناي اندهاشاً. هل مرآة المرقب شيء بهذه البساطة حتى تقوم بنحته على يديك؟ وهل يستطيع الانسان نصب مرقب وبناء مرصد؟ كنت أظن أن المراقب والمناظير تعملها مصانع هي أبعد من أن يصل اليها خيالي أو يحاول أن يتطرّق اليها تفكيري.

وعلمت من المقال كيف يتكون المرقب العاكس، وما هي طريقة عمله. وكان هناك اعلان عن علبة جاهزة فيها القرص الزجاجي الذي ستنحته ليصبح مرآة مرقب، وقرص آخر تنحت عليه،

ومساحيق النحت بدرجتها المختلفة، كل مسحوق في زجاجة خاصة، وفيه أيضاً أدوات أخرى تحتاجها. وكان هناك عنوان لشركة تبيع هذه العلبة. فاستوردتها، واستوردت كتاباً يشرح فيه طريقة صناعة المرقب.

وحين وصلت العلبة والكتاب، وأخذت أقرأ فيه، أعجبتني فيه جملة لا أزال أذكرها حتى الآن. ففي هذا الكتاب المطبوع سنة ١٩٥٩ يقول المؤلف: لا تحسبن انك تقوم بعمل ضخم مجيد عندما تنحت مرقبك. ان هناك حوالي خمسين الف هاوي فلك في الولايات قد نحتوا مراقبهم وهم يراقبون السماء بها الآن. ان عملك الذي أنت مقبل عليه لا يحتاج الى عبقرية ولا الى ذكاء مفرط. انه يحتاج الى صبر ودقة في اتباع الارشادات التي يرشدك اليها هذا الكتاب.

وما هي إلا فترة بسيطة من الزمن حتى نحت المرآة، ورحت أجمع من الدكاكين في أريحا الأشياء الأخرى التي أحتاجها لنصب المرقب، وتنقلت كثيراً بين الحدادين والنجارين حتى نصبت المرقب وأقمت المرصد. وكان لديّ مرقب رائع جداً. يبدو أني كنت قد بذلت كلّ الجهد في اتقان المرآة بحيث أعتبره أحسن من أي مرقب آخر شاهدته في أي مرصد ذهبت إليه.

وكان من جملة ما علمت من هذه التجربة ان المصانع البصرية لا يمكن ان تخرج مرآة المرقب من آلة من الآلات. يستطيع المصنع أن يقعّر الزجاجة حين يصبّها، ولكن صقل المرآة الأخير يجب أن يكون من عمل انسان. فانك عند هذه المرحلة تكون قد وصلت الى درجة تتعامل بها مع مقياس جزء من طول الموجة الضوئية.

ولما نصبت المرقب على سطح بيتي في أريحا رحت أدعو الطلبة من المدارس والكليات من بلدان أخرى قريبة من أريحا لكي يشاهدوا ما يتيسر لهم من أجرام تكون ظاهرة في السماء عند حضورهم.

إن العالم العربي في الفترة الحالية يسير في حلقة مفرغة بالنسبة للفلك. والأمر أصبح – حتى في الجامعات – أصعب من أن يستوعبه الطالب العلمي العربي. والمسؤولون عن هذه الناحية يربطون بين الرياضيات والفلك ربطاً يجعلها علماً واحداً. فمن المفروض أن يكون الفلكي عالماً رياضياً. وهذا صحيح إلى حد ما عند العلماء الذين يطلب منهم أن يحسبوا مدارات المذنبات والكويكبات والأجرام الأخرى. انه صحيح في ناحية معينة من الفلك فقط. ولكنك يمكن أن تكون فلكياً، يخلد التاريخ اسمك دون أن تعرف شيئاً عن الحسابات المعقدة التي يحددون بها المدارات أو التي يحددون بها كتلة نجمين يدوران حول بعضهما أو التي يحددون بها كتلة الكوكب والقمر الذي يدور حوله. ان هذه الحسابات هي قسم من الفلك لا شكّ، ولكننا اذا لم نعرفها فلا يستوجب هذا ان نهجر الفلك.

إن جميع مكتشفي المذنبات ومكتشفي الكويكبات حتى مكتشفي الكواكب السيارة لم يكونوا من الرياضيين. فاورانوس اكتشفه هيرشل وهو موسيقي في مهنته وانما هاوي فلك مغرم بالرصد. ونبتون حسب موضعه في السماء اكتشفه رياضيان هما جون ادامز و اوربان ليفرييه. حتى حينما حددا موقعه

بالحساب لم يكتشفاه بأنفسهما، وانما اكتشفه الفلكي (جال) الألماني.

إن على مكتشف المذنب أو الكوكيب ان يحدد موقعه بالضبط، فيكتب خط الميل وخط الصعود المستقيم، ويرسل هذه الأرقام الى معهد سميشونيون في هارفارد - أمريكا. وهذا المعهد هو الذي سيتولى بقية العملية. فهو يرصد الجرم الذي أشرت اليه ويقرّر إذا ما كان مذنّباً أو غير ذلك. وإذا كان مذنّباً أو غير ذلك. واذا كان مذنّباً فهو الذي سيعهد للرياضيّين في المعهد بتحديد مداره. وهم الذين سيستمون المذنب باسمك إذا كان مذنّباً جديداً آتياً للمرة الأولى في السماء.

وأنا شخصياً لا أعرف إلّا فلكياً واحداً اكتشف مذنّباً وحسب مداره بنفسه. انه (مايك كاندي) مدير مرصد بيرث في استراليا، والذي كان يلقّب منذ أن كان يعمل في مرصد جرينتش في انجلترا بميكانيكي الأفلاك.

وبالاضافة الى ذلك، يجب ان نعرف ان عدد الهواة في البلدان المتحضرة لا يكاد يحصى، على الرغم من أن اجراء تلك البلاد على العموم تكون مغطاة بالغيوم في معظم الأوقات. وهؤلاء الفلكيون ليسوا كلهم رياضيين. والغالبية العظمى من هؤلاء الهواة نحتوا مراقبه من بأنفسهم، وهم الذين يشكلون الرقم الأكبر في عدد الفلكيين.

إن المسؤولين في العالم العربي عن ربط الفلك بالرياضيات، هذا الربط الوثيق بحيث اعتبروهما علماً واحداً قد أعاقوا بفكرتهم. تقدم الفلك إعاقة شديدة.

مما لا شكّ فيه ان من الواجب على هاوي الفلك أن يكون ملماً بمبادىء الفيزياء والرياضيات بما يكفيه ليجري الحسابات البصرية ويعرف قوانين المرايا والعدسات والأدوات البصرية الأخرى. ويجب أن يكون للهاوي إلمام بنحت المراقب وإن يتدرب على ذلك. ولماذا لا ينحت الهاوي مرقبه بيديه وينصب مرصده بنفسه ليكون عالماً بتفاصيل كلّ هذه الأمور؟

وقد قامت جمعية هواة الفلك في الأردن بتنفيذ هذه الخطوة. فقد تكرمت الجامعة الأردنية بالسماح لها بنحت المراقب في مختبرات الجيولوجيا. وقد بدأ الهواة بالنحت وساروا شوطاً لا بأس في هذا الاتجاه، ولي أمل في أن يوفقهم الله في تنفيذ مخططاتهم بنجاح.

وبناء على مفهومي عن الفلك - كما مرّ في توضيحي السابق - رحت في هذا الكتاب أعالج المواضيع كما أراها. ان المشكلة الكبرى التي يقع فيها المرء هي عدم معرفة الكوكبات السماوية وعدم التحقق من بقاع السماء. ولهذا تراني أطيل في الفصول الأولى في الحديث عنها وفي محاولة التعريف عليها تعريفاً صحيحاً. وقد وضعت خرائط شهرية وخرائط أخرى متفرقة: كل ذلك لكي يجد الهاوي قدماً راسخة في بحثه ويستطيع التعرف بسهولة على المواضع التي يريد. وأعود في فصول لاحقة أكرر وضع خرائط بأشكال مختلفة بقصد ان تثبت معلومات الهاوي عن الكوكبات. والواقع إني أهدف أن يهيّيء الهاوي نفسه لاكتشاف المذنبات. فليس لي أمل كبير في أن تدعم المعاهد والمؤسسات العلمية

الفلك في بلادنا، للأسباب التي ذكرتها، ولهذا فليس أمام المثقفين إلاّ أن يشدّوا هممهم وينشئوا علم الفلك الذي يعتمد على المجهودات الفردية مثل اكتشاف المذنّباب. وإذا اكتشف عربي واحد مذنّباً فإن كلّ المؤسسات العلمية العربية ستقوم بإنشاء المراصد وتدريس الفلك.

والمذنبات هي الأجرام السماوية التي إذا اكتشفها انسان لأول مرة فإنها تسمّى باسمه. ونحن إذا تصفحنا الكتب الفلكية والمجلات في القرن العشرين – حتى ما قبل ذلك – فإننا نجد أن جميع الأسماء هي من الأجانب. وفي الآونة الأخيرة أخذت أسماء اليابانيين تدخل مع أسماء الأوروبيين. ولن نجد اسماً عربياً واحداً. وتطلع علينا المجلات الفلكية كل عام تقريباً بعشرة أسماء أو أكثر، من الهواة الذين اكتشفوا مذنبات جديدة. وأنا في الواقع أتوق إلى أن أرى اسماً عربياً بين هذه الأسماء. وقد أعجبني أن أرى بين هواة الفلك الذين ينحتون مراقبهم الآن هاوياً أخذ ينحت مرقباً خاصاً لمراقبة المذنبات – وهو مرقب ذو بؤرة قصيرة تسمح بمجال حقل واسع في العدسة العينية.

وأحبّ هنا أن ألفت انتباه القارىء الى مواضيع قد يبدو ان فيها بعض الاطالة في هذا الكتاب. في العقدين – الثامن والتاسع – من القرن العشرين طغت موجة اطلاق المركبات الفضائية التي كانت تطلقها الدول الغنية. وقد انطلقت هذه المركبات تجوب أرجاء النظام الشمسي، فغيّرت مفاهيمنا عن الكواكب السيارة وأقمارها. وجاءت لنا بصور جميلة رائعة تكشف عن حقائق جديدة لم نكن نتوقعها ولم نكن نحلم أن نراها بكل أنواع المراقب المتوفرة على الأرض.

اكتشافات كهذه لم يكن من السهل ان أتغاضى عنها في هذا الكتاب. ومع انها تتحدث عن أشياء لن يراها الهاوي في مرقبه إلاّ أنني وجدت أن من الواجب عليّ أن أذكرها له على سبيل المعرفة الصحيحة بالحقائق الموجودة في هذا النظام. فذكرت أشياء كثيرة مما جاءت به المركبات الفضائية ووضعت بعض الصور بالأبيض والأسود وأنا أعرف انها بعيدة عن أن تنقل الواقع الذي جاءت به الصور الملوّنة من المركبات الفضائية. على أية حال فالقصد هو إعطاء فكرة تقريبية عن النظام الشمسي الذي نحن جزء منه.

وأخيراً أرجو أن أصيب عند القارىء بعض التوفيق فيما قصدت اليه، راجياً منه أن يعلّق على أي تقصير يجده ويشير الى أي أمر غير واضح. فلعلّي استطيع أن أصلح ما لم أوفّق في جعله صالحاً.

والله وليّ القصد.

الدكتور عبدالرحيم بدر
تشرين أول ١٩٩٠
عمان، ص.ب ١٩١٤٦

الفصل الأول

العقبة الكبرى

إن كلّ هواية تستأثر بصاحبها وتستحوذ على الكثير من وقته وعاطفته وأفكاره. وقد تأخذ شيئاً – قلّ أو كثر – من ماله أيضاً. وتختلف مشارب الناس وأذواقهم في نوع الهواية التي يختارون، سواء في الفنون أو الآداب أو العلوم. ولا أدري إذا كنت صائباً حين أقول ان الناس بطبيعتهم ميّالون الى هواية الفلك أكثر من غيرها فالحقائق التي يظهرها الفلك عن هذا الكون الواسع وتنظيمه العجيب واجرامه المختلفة، تجذب الانسان وتثير فيه غريزة حب الاستطلاع وتجعله يندفع اليه.

ويأخذ المرء بالقراءة في هذا العلم، ويجد القراءة النظرية ممتعة حقاً. لكنه ما يكاد يدخل في ممارسة الهواية العملية حتى يجد العقبة الكبرى التي تحول بينه وبين الفلك كله. فهواية الفلك ليست كالموسيقى التي يشتري لها آلة يتعلّم عليها الألحان وينطلق فيها. وليست كالرسم الذي يتعلم فيه خلط الألوان وصنع لوحة يرسم عليها. وليست كالأدب أو الشعر اللذين يكفي المرء فيها ان يقرأ ويعرف أصول الكتابة حتى يكتب شعراً أو أدباً. ان هواية الفلك شيء أكثر من هذا لا يكاد يستوعبه.

إنه ينظر الى السماء فيرى نجوماً وأجراماً، وقد يراها نفسها اذا نظر اليها في اليوم التالي. ولكنه اذا غاب عنها فترةً رأى نجوماً واجراماً جديدة، فيحسّ نفسه ضائعاً في هذا العلم لا يستطيع أن يمسك بطرف الخيط فيه. فيضطرّ الى الابتعاد عنه والاكتفاء بالقراءة النظرية – هذا اذا بقيت له رغبة فيه بعد هذا الفشل الذريع الذي أصابه.

وتكون فاجعته أشدّ إذا كان قد اشترى مرقباً بغية النظر فيه الى عجائب السماء، فيرى انه لا يعرف كيف يوجّهه ولا أين يوجّهه.

إن ضياع المرء بين هذه النجوم الغزيرة التي تملأ القبة الفلكية هو العقبة الكبرى التي تقف بينه وبين أن يكون هاوياً متحمساً للفلك. فمعرفة أشكال النجوم في السماء وترتيبها ومواعيد طلوعها وغروبها – كلّ هذا – هو الحقل الذي سيعمل فيه الهاوي. وكما ان الفنان الذي لا يعرف كيف يخلط الألوان ولا كيف يمسك بفرشاة الرسم لا يستطيع أن يرسم لوحة واحدة، وكما ان الموسيقي اذا لم

يعرف الأوتار التي سيعزف عليها والفروق بين الأصوات الصادرة عنها لا يستطيع ان يسمعنا لحناً واحداً، كذلك هاوي الفلك– اذا لم يعرف النجوم التي في السماء والأشكال التي تكونها ومواعيد شروقها وغروبها – فإنه لن يستطيع ان يدلنا على شيء ولا يرى هو نفسه شيئاً.

إن كلّ جرم في السماء له موقع معين، ولن يستطيع الانسان أن يراه إلّا إذا عرف موقعه ونظر اليه فيه، سواء بالعين المجردة أم من خلال عدسة مكبرة. وهاوي الفلك الذي لا يعرف هذه الناحية من السماء من تلك، لا يمكن أن يكون هاوياً. فهو لن يهتدي الى شيء وعليه أن يترك هذه الهواية ولا يضيع وقته فيها.

إن دراسة الفلك العملي وممارسته كهواية دون معرفة أرجاء السماء هي نوع من العبث. وإذا حاول القارىء معرفتها فسيرى انها أبسط كثيراً مما كان يتصوّر.

الفصل الثاني

أشكال النجوم في السماء

هذه النجوم العديدة التي تملأ أرجاء السماء أمام عيوننا في كلّ ليلة صافية والتي تكسب القبّة الفلكية جمالاً خلاّبا كلما كان الظلام دامساً، تحيّر الانسان. وقد كانت في الحقيقة تحيره منذ أن وجد على الأرض وعرف التطلع للسماء. انها منتشرة انتشاراً عفوياً لا نظام فيه ولا ترتيب. وهي تختلف عن بعضها في ألوانها وفي مدى سطوعها وتألقها. ولكن انتشارها العفوي يجعل المرء لا يدرك لها أولاً من آخر. هذا الانتشار الذي يبدو عفوياً للوهلة الأولى هو ما اسّميه العقبة الكبرى في طريق هواية الفلك.

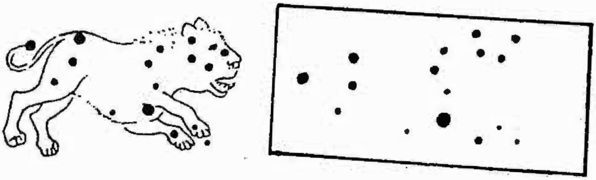
وقد كان الانسان القديم أكثر ارتباطاً منا بالسماء. فلم تكن هناك أنوار في شوارع المدن والقرى، حتى ولا في البيوت التي كان يقتصر الضوء فيها على سراج خافت جدّاً. فكان الليل دائماً مظلماً ظلاماً حالكاً، اللهمّ إلاّ إذا كان القمر يتلألأ في السماء. ولم يكن داخل البيوت راديو أو تلفزيون أو فيديو يستدعي مكوث الانسان داخل البيت فكان على الأرجح يقضي أوقات الليل في العراء إذا خلا الجوّ من البرد والمطر. ولهذا كان الانسان القديم بحسب ظروفه هذه أكثر ألفة بالسماء منا وأكثر تطلعاً لها.

هذا الرنو الطويل الى السماء على مدى آلاف السنين الطويلة جعل القدماء يبتكرون طريقة لطيفة للتعرف على النجوم – هي الطريقة التي لا نزال نسير عليها في الفلك الحديث حتى يومنا هذا – إن كلّ بضعة نجوم متجاورة في منطقة معينة تصنع شكلاً من الأشكال، فأطلقوا على هذه النجوم اسم الشكل الذي تمثله.

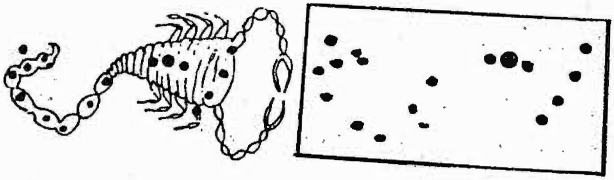
كانت هناك أشكال توحي فعلاً بالأسماء التي أطلقت عليها، مثل الأسد والعقرب.

والآن، أرجو منك أن تغتنم صفاء ليلة من ليالي الربيع، من شهر آذار أو نيسان وتنظر الى الجنوب ثم ترفع رأسك قليلاً لترى أواسط صفحة السماء الموجودة أمامك.

إنك سترى نجوماً مصفوفة كما هو في الشكل الى اليمين. ولكن الأقدمين أجمعوا كلهم تقريباً - العرب والاغريق وأمم أخرى - على ان هذا الشكل هو شكل أسد، كما يرى في الرسم المجاور المأخوذ عن عبدالرحمن الصوفي.



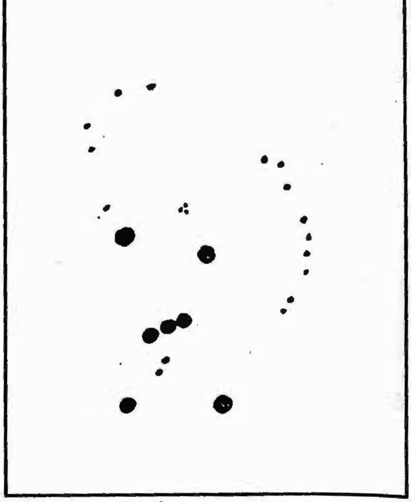
ثم حاول أن تنظر إلى السماء في أواخر الربيع وأوائل الصيف - شهر ايار وحزيران -. أنظر إلى جهة الجنوب، فسترى في صفحة السماء السفلى نجوماً رأى فيها القدماء عقرباً.



انظر الى ترتيب النجوم الذي يوحي لكل انسان بصورة العقرب.

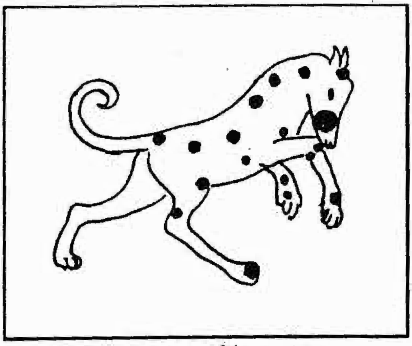
وقياساً على ذلك، أرجو أن تنظر إلى أواسط الصفحة السماوية في الشتاء. طبعاً كما أطلب اليك دائماً، أدر وجهك شطر الجنوب. انك سترى نجوماً برّاقة تشكّل منظراً خلّابا. انك لن تجد في أي فصل من الفصول هذه المجموعة من النجوم المتلألئة مثل ما تجد في فصل الشتاء. في وسط السماء يبدو مربّع كبير من أربعة نجوم زاهرة وفي وسطها ثلاثة نجوم على صفّ واحد يقطع المربع عرضيّا. هذا الشكل يسيطر على صفحة السماء وقد يكون أجمل كوكبة ان لم يكن من أجملها. هذه الكوكبة سمّتها العرب (الجوزاء) وسمّاها الاغريق أوريون الصياد ورسموا عليه صورة تدّل على رجل يرفع عصا بيده اليمنى ليهاجم الثور الواقف أمامه إلى الغرب.

اوريون الصياد عند الاغريق

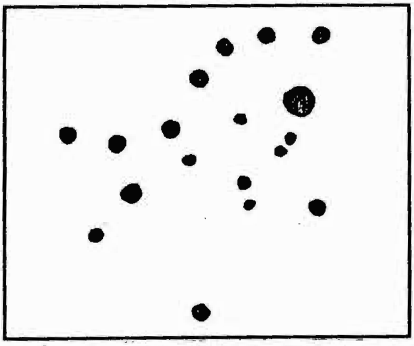


الجوزاء عند العرب

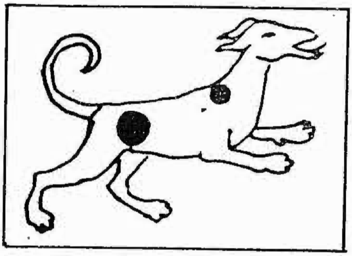
ومهما يكن من أمر، تحرّك بعينيك إلى الشرق قليلاً من الجوزاء أو إلى الشرق قليلاً من أوريون الصيّاد وهو الذي سمّاه الفلكيون العرب (الجبّار). سترى نجمين لامعين أحدهما إلى الشمال الشرقي من يد الجبّار المرفوعة بالعصا، والآخر إلى الجنوب الشرقي من قدم الجبار الخلفية. رأى الاغريق في النجوم المتجمّعة في هذه الناحية كلباً أكبر يقف وراء الجبار يساعده في هجومه على الثور. النجم البرّاق الواقع في هذه المجموعة هو الشعرى اليمانية. والشعرى اليمانية هو ألمع نجم في السماء على الاطلاق، لا يفوقه في شدة اللمعان سوى الشمس والقمر وبعض الكواكب السيارة. أما بين النجوم فهو ألمعها. ورأى الاغريق في النجم العلوي الموجود إلى الشمال الشرقي من الجبار كلباً أصغر مع ان هذه المجموعة لا يبدو فيها سوى نجمين النجم اللامع منهما هو الشعرى الشامية.



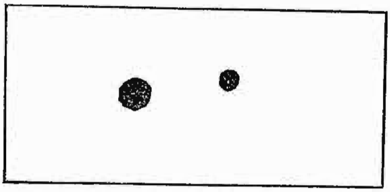
الكلب الاكبر وترى الشعرى اليمانية على فمه



الشعرى اليمانية هو النجم المتألق بين هذه النجوم الزاهية



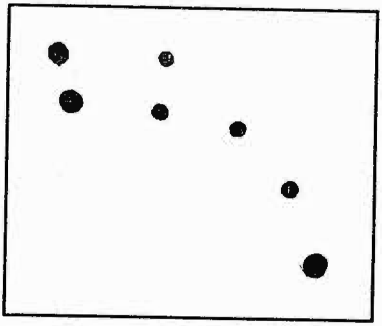
الكلب الاصغر عند الفلكيين العرب.
الشعري الشامية على بدنه.



الشعري الشامية عند العرب والنجم الواقع
الى الغرب هو مرزم الشعري اليمانية

والآن أطلب منك أيها القارىء ان تتوجّه في المساء بوجهك شطر الشمال مباشرة، وانصح أن يكون هذا في أوائل الصيف – شهر تموز مثلاً –، لأنك عندئذ سترى الشكل بالوضع الذي أرسمه لك. أنظر إلى صفحة السماء على ارتفاع حوالي ثلاثين إلى أربعين درجة.

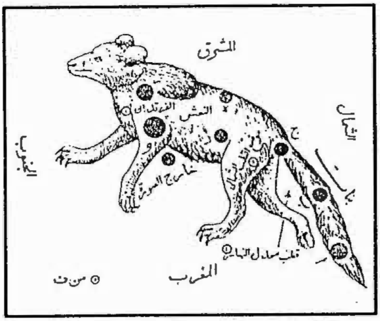
حقّق جيّداً في الناحية. سترى نجوماً بالشكل التالي:



وإذا لم يكن الجو صافياً فقد لا ترى سوى النجم السفلي والنجمين في الناحية الشمالية الشرقية فهما أشدّ لمعاناً من النجوم في الوسط. ولتعلم انك سترى هذا الشكل في أي فصل من فصول السنة، إنما إذا جئت في الشتاء فسترى الشكلّ مقلوباً رأساً على عقب. النجم اللامع نسبيّا في أسفل هذا الشكل اسمه النجم القطبي. والشكل كلّه يدور حول هذا النجم. وليس الشكل وحده، بل ان السماء كلّها تدور ظاهريّاً حول النجم القطبي كما سيتضح لنا الآن.

رأت العرب في هذه النجوم السبعة (بنات نعش الصغرى) الأربعة التي تشكل مربعاً هي (النعش) أو سرير بنات نعش، والثلاثة الممتدة إلى ناحية هي (بنات).

أما بطليموس في كتابه المجسطي فقد نقل ما وجده الاغريق في هذا الشكل – ألا وهو (الدب الأصغر) – واليك ما رسمه عبدالرحمن الصوفي عن هذه الكوكبة.

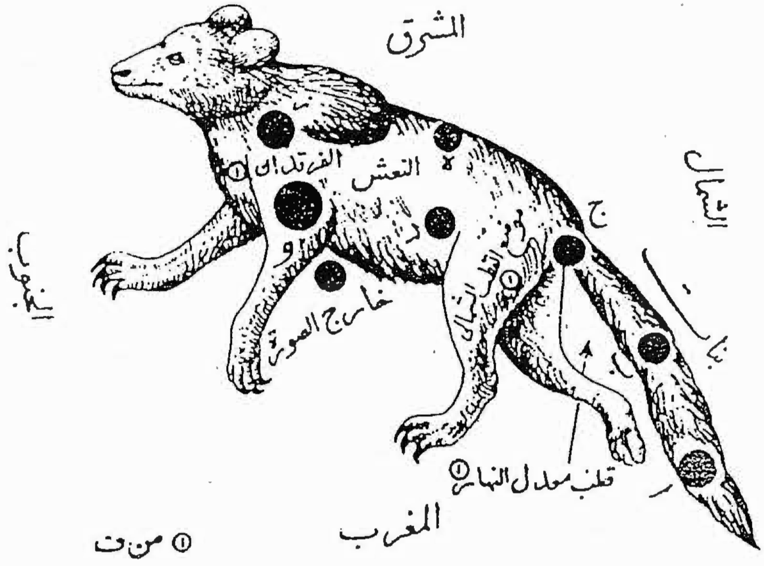


ونجد هنا ان النجم القطبي في طرف الذنب من هذه الكوكبة.

وعلى هذه الطريقة سار الأقدمون في تصنيف النجوم، ولم يتركوا نجماً من نجوم السماء الساطعة دون أن يلحقوه بشكل من الأشكال التي تصوروها. فأصبحت السماء عندهم مليئة بالأشكال المتباينة، وكل شكل يحمل اسماً خاصاً بحسب الشيء الذي يمثله. كانت هناك بالطبع اختلافات في التسميات بين هذا الشعب أو ذاك، وكانت خلافات أيضاً في حدود هذا الشكل أو ذاك. غير أن الأشكال التي عرفها الأقدمون هي نفسها لم يحدث فيها أي تغيير. فالعقرب عند البابليين هو نفسه عند الاغريق وهو نفسه عند العرب، وإذا كان هناك اختلاف في تسمية الشكل أو في امتداده، فليس لأن النجوم فيه قد غيّرت موضعها، وانما لأن قوماً رأوا في الشكل تسمية أخرى تختلف عما رآه غيرهم.

ولنضرب مثلاً على ذلك بكوكبة العقرب والميزان. سترى في الخرائط التي ستلي ان الميزان يقع إلى الغرب من العقرب مباشرة. والنجوم التي ترى بالعين المجردة فيه هي عادة ستة نجوم منها اثنان لامعان. النجم اللامع الشمالي ويسمّى في الفلك الحديث في اللغات الأوروبية (الزبانى الشمالي). وإلى الجنوب الغربي منه نجم لامع آخر اسمه في الفلك الغربي الحديث (الزبانى الجنوبي). وحيث ان هذين الاسمين يتعلقان بالعقرب لا الميزان فاننا نستنتج ان العرب في الجاهلية قبل الحضارة الاسلامية كانوا يعتبرون كوكبة الميزان جزءاً من العقرب وان النجوم اللامعة فيه هي زباني العقرب. ويعني هذا أيضاً أن كوكبة الميزان لم تكن معروفة بهذا الشكل عند العرب الأقدمين. وهذا كلّه لا يعني ان النجوم قد غيّرت مواضعها.

الشكل (١٥-أ)



صورة الدب الأصغر كما هي في كتاب صور الكواكب الثمانية والاربعين لعبد الرحمن الصوفي

والميزان تسمية أخذها الفلكيون العرب عن الاغريق وأخذها الفلك الحديث عن العرب، وأصبحت كوكبة مستقلة عن العقرب الآن وان كان فيها أسماء نجوم عربية مأخوذه من العقرب.

خلاصة الحديث إنك عندما تنظر إلى السماء يجب أن تنظر إليها بالطريقة العبقرية التي اخترعها الأقدمون – طريقة المجموعات التي تمثل أشكالاً. وأنت لو نظرت إليها كنجوم متفرقة لا رابط بينها منتشرة انتشاراً عفوياً لا تعرف له أولاً من آخر، فإنك ستجد نفسك ضائعاً.

أنظر إليها كما نظر إليها الأقدمون وكما ينظر إليها الفلكيون الآن، كأنها كلها أشكال متلاصقة مختلفة مصفوفة كلٌ منها في موضع معين معروف لا يتغيّر بالنسبة لما جاوره من نجوم.

وهناك مفهوم ضمني مرّ في أثناء الحديث، عليّ أن أوضّحه الآن. أن نجوم السماء ثابتة بالنسبة لبعضها البعض، هذا صحيح. وإذا عرفنا شكلاً معيناً فإن هذا الشكل كان منذ القدم على ما هو عليه الآن، وسيظلّ كذلك إلى آلاف السنين القادمة.

وقد يجد القارىء في بعض الكتب ان هناك تغيّراً سيحدث في بعض الأشكال السماوية نتيجة حركات بعض النجوم. وهذا صحيح أيضاً. ولكن تغييراً كهذا سيحدث في عشرات الآلاف أو مئات الآلاف من السنين، لا في بضعة آلاف. ولهذا علينا ان ننسى هذه الحقيقة في هذه المرحلة من دراستنا لهذه الهواية، ونعتبر ان النجوم ثابتة لا تغيّر مواضعها. والعرب كانوا قد سمّوا النجوم بالكواكب الثابتة للتفريق بينها وبين الكواكب السيارة التي تدور حول الشمس فتتغيّر موضعها في السماء بالنسبة للنجوم. فالكوكب الثابت عند العرب هو ما نسمّيه الآن نجماً.

وقد سمّى الفلكيون العرب أيضاً، كلّ شكل من الأشكال السماوية (كوكبة). ولك ان تسميها مجموعة أو صورة سماوية إذا شئت. غير اني في حديثي هذا وفيما سيلي من حديث سأسميها بالتسمية العربية. فأقول (كوكبة العقرب) و(كوكبة الميزان) و(كوكبة الجوزاء) وما الى ذلك.

ونحن نرى السماء تدور فوق رؤوسنا وكأنها قطعة واحدة. وإذا عرفنا كوكبة واحدة وكان بين أيدينا خريطة للسماء عرفنا جارة هذه الكوكبة وجارة جارتها. فالميزان ملاصقة للعقرب وتقع الى الغرب منها مباشرة، لم تغيّر موضعها منذ آلاف السنين ولن تغيّره في آلاف السنين القادمة.

إذا اطمأننا إلى هذه الحقيقة، فيكفي ان نعرف كوكبة واحدة في السماء لنعرف بقية الكوكبات الأخرى. وعلينا بعد الآن ان لا نرى هذه الفوضى في النجوم المنتشرة في أرجاء الفضاء. انها بالطريقة التي ذكرتها والتي اخترعها الأقدمون ستصبح أليفة لنا، صديقة عزيزة علينا لا سيما إذا عرفنا أشكالها

وأخذنا نتتبعها.

وإذا تأكدت أيها - القارىء - من هذه الحقيقة الأولية في هواية الفلك، وإذا كنت على استعداد لمعرفة بعض الكوكبات لكي تحدّد موقعك من السماء، فانك ستكون ان شاء الله هاوياً جيّداً ولن أخاف عليك.

الفصل الثالث

الأساطير الاغريقية في السماء

عرفنا ان الأقدمين قد رتّبوا كلّ نجوم السماء الزاهرة في أشكال أطلقوا عليها أسماء. من هذه الأشكال نجد أدوات مثل الميزان والدلو واللورا (أي القيثارة باللغة اليونانية) ونجد حيوانات نعرفها مثل الأسد والحمل والثور والفرس، ونجد الحشرات والزواحف مثل العقرب والحية، ونجد حيوانات خرافية مثل قيطس أو كائنات نصفها انسان ونصفها حيوان مثل قنطورس والرامي. ولكننا نجد أيضاً أشخاصاً مثل العذراء وذات الكرسي (التي هي الملكة كاسيوبيا) والملك قيفاوس والجاثي (الذي هو هرقل) وبرشاوس والحواء والعواء.

ان أسماء هؤلاء الأشخاص تلفت انتباهك الى ان هناك قصصاً وحكايات كانت تدور حولهم، ولا بدّ أن كانت لهم شخصيات طاغية أو نوادر مؤثرة جعلت الأقدمين يخلدونهم في السماء. وهذا صحيح.

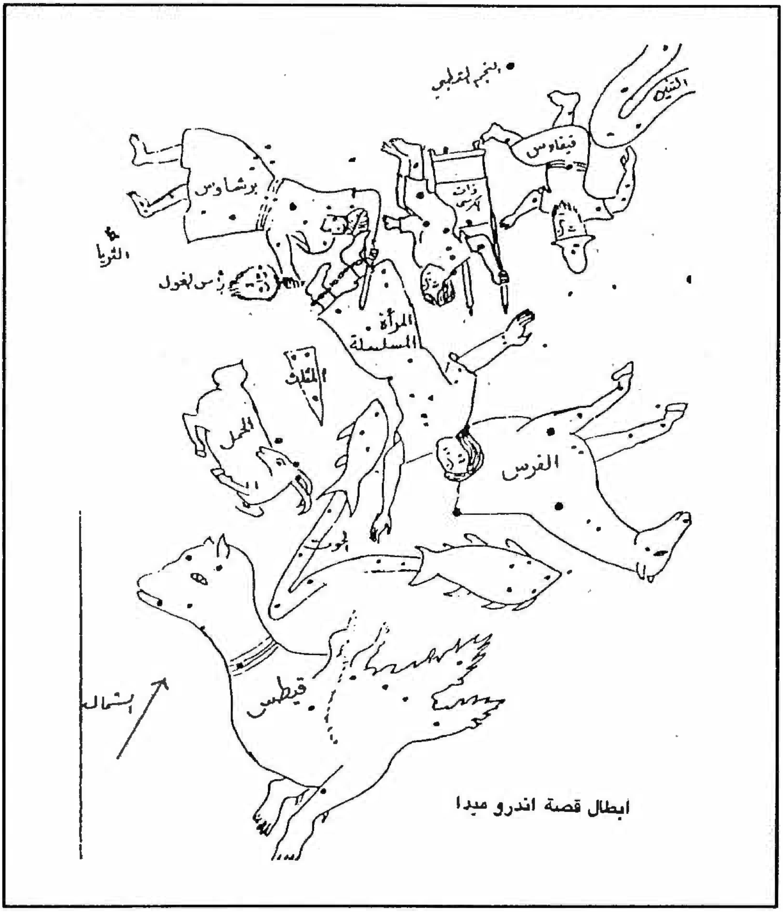
لقد اعتادت الأمم القديمة ان تجد صوراً لأبطال أساطيرها في صفحة السماء. هناك قليل من الأساطير العربية التي سيرد ذكرها في موضعها، ولكن معظم الأساطير عن الكوكبات الحديثة هي أساطير اغريقية. والواقع ان الذي خلّد هذه الأساطير وابقاها حتى الآن هو كلوديوس بطليموس الذي كان أول من وضع صوراً كاملة لكلّ كوكبات السماء وسمّاها بالأسماء التي أطلقها عليها قومه. وقد ترجم العرب كتابه هذا باسم (المجسطي) ونقلوا عنه الأسماء الاغريقية والأشكال الاغريقية. والفلك الحديث نقل هذا كله عن العرب.

ومن اللطيف ان يعرف هاوي الفلك الأساطير التي سمّيت بها الكوكبات. فهي تذكر المرء بالكوكبة فلا ينسى موضعها، وسيكون في معرفتها كثير من الفائدة.

ان الشكل الذي يسميه العرب (الجوزاء) كان يسمّيه الاغريق (اوريون الصياد). هذا الصياد كانت قد لدغته العقرب فمات. ولهذا فهما عدوان لدودان ونجد ان كلّ واحد منهما قد وضع في ركن من أركان السماء بعيداً عن الآخر. فإذا طلع العقرب غاب الصياد، وإذا طلع الصياد غاب العقرب.

والقصة في الحقيقة أجمل مما رويت، ولكن هذا يكفي لما نحن فيه.

وهناك قصة طلية أخرى أرى ان أذكرها باختصار كما ذكرت الأولى، متغاضياً طبعاً عن جمال السرد الرومانطيقي الذي تروى به الأساطير.



ابطال قصة اندرو ميدا

قسم من سماء الخريف المتأخر تظهر فيه كوكبات يتعلق معظمها بقصة اندروميدا وبرشاوس

كان الملك (قيفاوس) ملك أثيوبيا، متزوجاً من الملكة (كاسيوبيا) وهي ذات الكرسي. وعندما تنظر الى خريطة أي شهر سترى انهما كوكبتان قريبتان من (الدب الأصغر) في شمال أي خريطة. وكانت الملكة كاسيوبيا جميلة جداً، وكان لها ابنة واحدة اسمها (اندروميدا). وأخذت الملكة ذات يوم تتباهى وتقول بأنها أجمل من حوريات البحر المشهورات بجمالهن الأخاذ. فوصل هذا الكلام الى حوريات البحر فاشتكينها الى (بوسيدون) اله البحر.

وثارت ثائرة الاله بوسيدون على أثيوبيا. فأرسل الوحش (قيطس) الى شواطئها لكي يأكل الأهالي وقطعان الماشية (أنظر كوكبة قيطس في خرائط الخريف). ووقع الملك قيفاوس في يأس شديد. وراح يستشير الكهنة في معابد الآلهة. فقال له الكهنة ان البلد لا يمكن انقاذها إلّا إذا قدم ابنته الوحيدة اندروميدا طعاماً لقيطس. وكان الملك بين أمرين - إما أن يضحّي بالبلد كلها وإما أن يضحّي بابنته الحبيبة اندروميدا.

وبحكم مسؤوليته عن شعبه اختار الخيار الأخير. فربطت اندروميدا بالسلاسل الى صخرة على شاطىء البحر تنتظر قدوم قيطس لكي يلتهمها. ومن هنا سُمّيت كوكبة اندروميدا بكوكبة (المرأة المسلسلة) وهي موجودة في السماء خلف أمها كاسيوبيا (ذات الكرسي). وقد سماها الفلكيون العرب بهذا الاسم على الرغم من انهم لم يكونوا يعرفون الأساطير الاغريقية التي كانت تطلق عليها اسم اندروميدا.

نرى اننا سجّلنا حتى الآن أربع كوكبات في السماء من هذه الحكاية. ولكننا لم ننته بعد وعلينا تسجيل كوكبتين أخريين.

وهنا يظهر البطل برشاوس ليخلصنا من النهاية المؤلمة التي كنا ننتظرها. ولكن البطل برشاوس له قصة طويلة هو الآخر. فهو ابن كبير الآلهة جوبيتر من داناي. وقد عهد اليه الملك بوليدكتس ان يقتل الميدوزا. والميدوزا احدى أخوات ثلاث كنّ يعشن على شواطيء المحيط البعيدة. وكنّ مشهورات بأنهنّ شرّيرات ويقال انهن بنات الظلام الأبدي. وقد كانت الميدوزا في الماضي امرأة جميلة، ولكنها وقعت في عداء مع مينرفا الهة الحكمة لأنها جعلت لقاءها مع بوسيدون اله البحر في معبد مينرفا. ولم تكتف الميدوزا بذلك فقط، بل انها تجرّأت على ان تقول بأن شعرها أجمل من شعر مينرفا. ولهذا فإن الالهة مينرفا جعلت شعر الميدوزا من أفاع تتلوّى دائماً واكسبت فمها بسمة شيطانية. وليس ذلك وحسب، بل انها جعلت كلّ من ينظر اليها ينقلب الى حجر أصمّ.

هذا هو المخلوق الذي كان على برشاوس ان يقاتله. وقد قدمت له مينوفا يد العون، فأعطته

ترسا مصقولاً صقلاً جيداً وأوصته ان لا ينظر الى الميدوزا مباشرة حين يقتلها حتى لا يتحول الى حجر وانما ينظر الى صورتها في الترس. وقد ساعدته الحوريات ايضاً بأن أعطينه خوذة اذا لبسها اختفى عن الأنظار وأعطينه ايضاً خفيّن لهما جناحان وأرينه الطريق الى ميدوزا.

وقام برشاوس بتنفيذ المهمة بنجاح. وقتلها ووضع رأسها في كيس وأقفل عليه كي لا يراه أحد. ولكن بعض النقط من دم الميدوزا سقطت في البحر. ومن هذه النقط ومن زبد البحر ولد الحصان المجنّح، وهو الكوكبة التي سماها العرب (الفرس الأعظم) وتراها في السماء ملتصقة بالاندروميدا.

وركب برشاوس هذا الحصان وطار به عائداً ومرّ على أثيوبيا في اللحظة البائسة التي كانت فيها اندروميدا مقيدة في السلاسل تنتظر قيطس ليأكلها.

وعرض برشاوس خدمته على الملك والملكة بشرط ان يتزوج اندروميدا بعد انقاذها. فقبلا رأسا. وخرج الى البحر بجوار اندروميدا وأوصاها ان تقفل عينيها بشدّة، ففعلت. وحينما خرج قيطس هادراً متجهاً الى اندروميدا أخرج برشاوس رأس الميدوزا من الكيس. فنظر اليه قيطس فتحول الى حجر مباشرة. فأعاد الرأس الى الكيس وفكّ قيود اندروميدا وعاد بها الى أهلها.

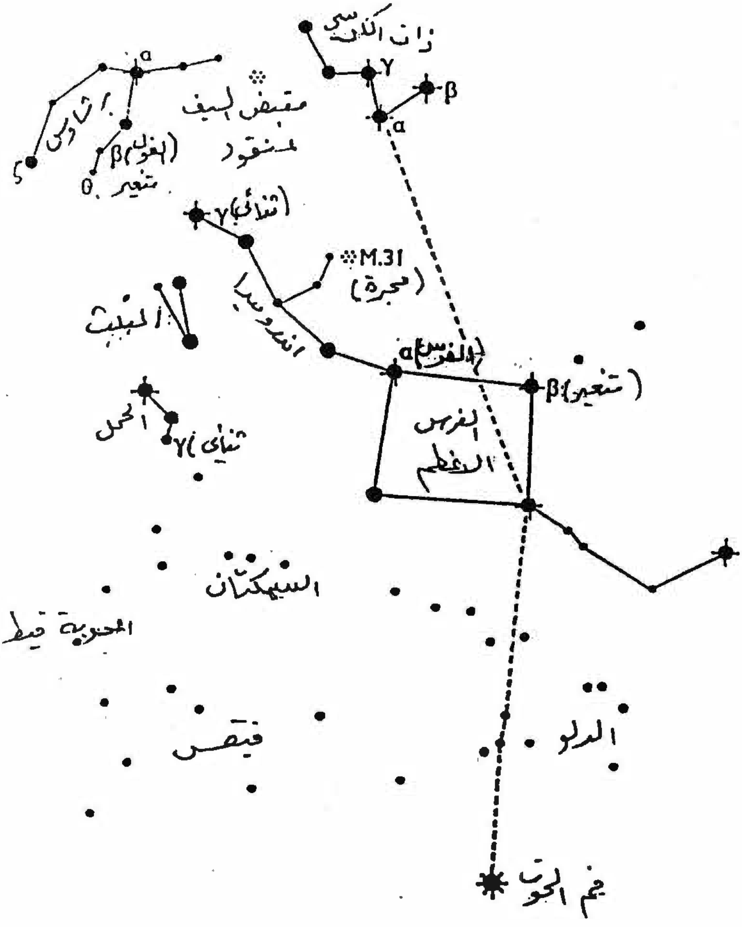
ولا تنتهي القصة عند هذا الحدّ. فبعد أن أقامت أثيوبيا الأفراح للخلاص من قيطس رفض الملك قيفاوس والملكة كاسيوبيا زواج برشاوس من اندروميدا، اذ ظهر ابن عم للملك يطلب الزواج منها. وقد كان الحلّ لهذه المشكلة هو رأس الميدوزا أيضاً. فقتل أهلها الرافضين مينرفا التي وضعته تحت ذراعه الأيسر حين رفعته الى السماء.

وصور الأبطال الذين قاموا بأدوار هذه القصة تظهر في سماء الخريف وأوائل الشتاء. وتكاد تكون كلّ أشكال هذه الكوكبات متقاربة لولا ثلاث كوكبات تفصل بينها وبين قيطس، وهذه الكوكبات الغريبة عن القصة هي: المثلث والحمل والحوت (وهو الذي يسمونه «السمكتان») وقد جمعت للقارىء رسومات هذه الصور نقلاً عن الصوفي. ويبدو ان الصوفي لم يعرف مدى الوحشية في قيطس فرسمه على شكل حيوان جميل. وللقارىء إذا كان فناناً ان يرسم على نجومه صورة حيوان مخيف. ويبدو في الصورة برشاوس وهو يحمل بيده اليسرى رأس الغول (كما سمته العرب) وهو في الحقيقة رأس الميدوزا.

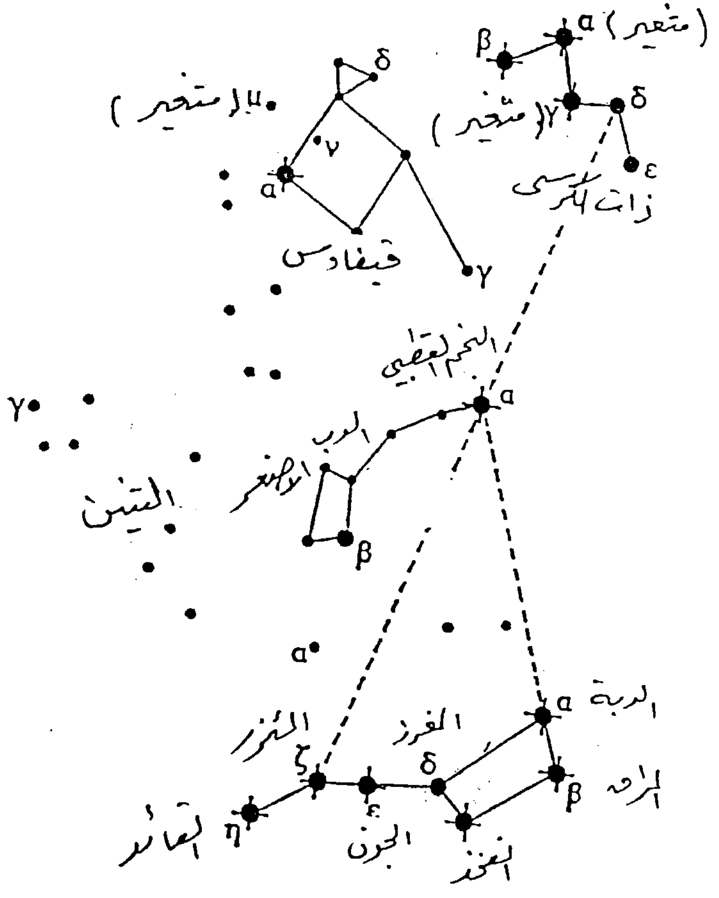
إن قصة جميلة مثل هذه القصة تجعلك تفتش عن أبطالها في السماء وتتعرف على الكوكبات التي تمثلها وعندما تعرفها حقّاً ستظلّ تنظر اليها كل يوم ما دامت ظاهرة للعيان. غير اني الفت انتباهك منذ الآن إلى أنّ معظم نجوم هذه الكوكبات خوافت. فلا تحاول النظر اليها إلا في مكان دامس الظلام

وفي ليلة صافية غاب فيها القمر. ان نجوم ذات الكرسي ونجوم الفرس الأعظم الساطعة الأربعة التي تشكل مربعاً كبيراً ستكون ظاهرة في أية ليلة صافية حتى لوكان القمر متألقاً. أما نجوم قيفاوس فكلها خافتة لا تكاد تبين.

ان الأساطير الاغريقية تشمل معظم الكوكبات السماوية. غير أني أكتفي بما ضربت للقارىء من أمثال. فالاسهاب فيها يبعدنا عن هدف الموضوع الذي نتحدث فيه.



نجوم السماء فيما بين الخريف والشتاء. تظهر ذات الكرسي التي هي الملكة كاسيوبيا ويظهر فيها برشاوس الذي يسميه العرب حامل رأس الغول. ويبدو نجم الغول هو بيتا برشاوس. بينما الى الجنوب تظهر اندروميدا أو المرأة المسلسلة والى الجنوب من ذلك يظهر الفرس الأعظم، وهو على شكل مربع كبير في الشكل.



نجوم السماء في الربيع .تظهر ذات الكرسي، لأنها لا تغيب صيفاً ولا شتاء فهي من النجوم الابدية الظهور. وتظهر هنا علاقتها مع الدب الأصغر والدب الأكبر. لاحظ أن النجم القطبي الذي هو ذنب الدب الاصغر يتوسط المسافة بين الدب الاكبر وذات الكرسي. يظهر ايضا الملك قيفاوس صانعاً مثلثاً مع النجم القطبي وذات الكرسي

الفصل الرابع

كيف نرى السماء تدور

النجوم في القبة الفلكية اذن تشكل صوراً لأشياء معينة معروفة، مصطفّة بجوار بعضها لا تغيّر مواضعها. ونحن اذا عرفنا صورة منها وكنا نمسك بخريطة للسماء فاننا سنعرف بالتالي الصورة التي تجاورها وتلك التي تجاور جارتها... وهكذا. اننا سنعرف جميع الصور السماوية.

ونحن بحاجة أول الأمر على الأقل الى خرائط نسترشد بها.

لكننا قبل ذلك يجب ان نعرف كيف نرى النجوم تدور في السماء، أو كيف نرى السماء تدور بما فيها من نجوم.

والحقيقة التي لا مراء فيها ان السماء وما فيها من نجوم هي ثابتة في مواضعها لا تدور اطلاقا. انما الكرة الأرضية التي تحملنا على ظهرها هي التي تدور، فيخيّل الينا ان السماء هي التي تفعل ذلك. غير اني لوصف هذه الظاهرة سأستعمل تعبير الدوران الظاهري لكي أميّز بينه وبين الدوران الحقيقي. فالسماء تدور دوراناً ظاهرياً حولنا. وأرجو أن يكون هذا الاصطلاح واضحاً عندما استعمله.

وما دامت هذه القبة الفلكية تدور ظاهرياً حولنا بما فيها من أدوات وحيوانات وأبطال، فلا بد ان تكون هناك نقطة تدور حولها. انها نقطة قريبة جدّاً من النجم القطبي الشمالي، تبعد عنه بالدرجات مقدار درجة واحدة فقط. وكل السماء بما فيها من أبطال صناديد وحيوانات مفترسة وحيتان ضخمة وما يتبعها من أدوات وآلات – كلّ هذه – تدور (ظاهريا) حول هذه النقطة التي نسميها القطب الفلكي الشمالي.

لاحظ في خرائط الأشهر التي أقدمها لك ان النجم القطبي الشمالي لا يغيّر موضعه من أية خريطة فيها. وبما ان هذا النجم هو ذنب الدب الأصغر، فانك تجد ان الدّب الأصغر يلفّ في دائرة حول ذنبه. وليس الدبّ الأصغر وحده هو الذي يفعل ذلك، بل ان القبة الفلكية كلّها تدور حول

النجم القطبي الذي هو ذنب الدب الأصغر.

وهكذا نجد آخر الأمر أن قبّتنا الفلكية الفخمة التي تضم الأبطال المساعير والوحوش الضارية والطيور الجارحة كلّها تدور حول ذنب حيوان صغير راقص هو الدب الأصغر.

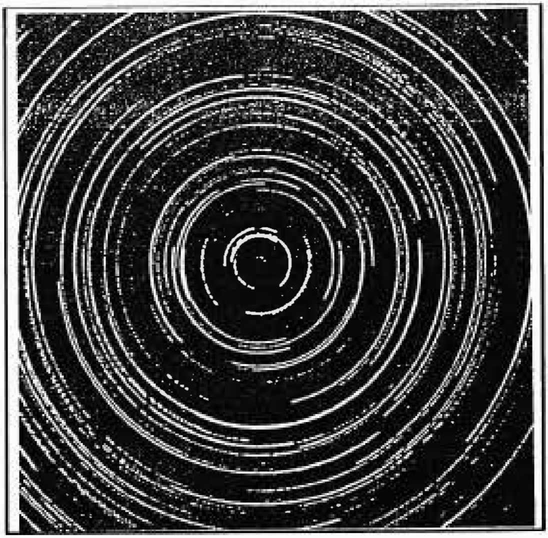
ولن نكون مخطئين خطأً كبيراً في هذا التعبير. فدرجة واحدة بين القطب الفلكي الشمالي والنجم القطبي لن تؤثر في حديثنا في هذه المرحلة.

وهناك تجربة بسيطة يمكن ان نقوم بها بأنفسنا إذا تيسّرت لنا آلة تصوير (كاميرا) من النوع الذي تستطيع ان تفتح فيه العدسة وتبقيها مفتوحة مدة من الزمن ثم تأتي اليها وتغلقها متى شئت.

احضر كاميرا من هذا النوع وبهذه الصفة. واختر ليلة صافية مظلمة. اصعد الى سطح بيتك ومعك كرسي صغير لتضع الكاميرا عليه وبعض الكتب لكي تسندها في الوضع الذي تريد. ثبّت الكاميرا بحيث تصوّب فتحة العدسة الى النجم القطبي الشمالي – تقريباً طبعاً – وافتح العدسة واتركها مفتوحة. وانزل عن السطح لقضاء بعض أعمالك أو قراءاتك. ثم ارجع الى الكاميرا بعد ساعتين أو ساعتين ونصف أو ثلاث ساعات، بحسب ظروفك. اقفل العدسة ثم ارسل الفيلم للتحميض والطبع.

سترى صورة تلفت انتباهك. فالفيلم كان يصوّر النجوم في حركتها في تلك البقعة من السماء. كانت النجوم تدور مع دوران القبة الظاهري، ولهذا كانت تسجل على الفيلم خطوطاً منحنية. ستجد ان مركز هذه الخطوط المنحنية فارغ لا أثر فيه لنجم من النجوم. هذا المركز هو القطب الفلكي الشمالي. وستجد قريباً جداً منه – بحوالي درجة واحدة – خطا منحنيا لامعاً. انه صورة النجم القطبي الشمالي في حركته في فترة التصوير. وكلما ابتعدت عن المركز كلما كبر الخط المنحني، فهو يعطيك صوراً للنجوم الأخرى التي كانت تدور أيضاً. وكلما كان النجم أبعد عن القطب كلما كانت الدائرة التي يدور فيها أكبر.

أظنّ أن صورة كهذه – إذا استطعت تصويرها – ستثبت لك عمليا ان القبة الفلكية بما فيها من أجرام، تدور كلها حول نقطة واحدة هي القطب الفلكي الشمالي، وهي التي نراها في مركز الصورة، أو هذا ما نراه على الأقل. ولكننا لو شئنا أن نمد فكرنا الى بقية القبة الفلكية التي لانراها في الجهات الجنوبية، إضافة إلى مدّ خيالنا قليلاً لعرفنا ان القبة التي فوق رؤوسنا هي جزء من كرة سماوية تحيط بالأرض. هذه الكرة السماوية تدور على محور يمتد من القطب الفلكي الشمالي الى القطب الفلكي الجنوبي. ولكننا من موقعنا على سطح الكرة الأرضية في البلاد العربية لا نستطيع أن نرى شيئاً من



النجوم القطبية الجنوبية، وسيقتصر كلامنا على الناحية الشمالية فقط.

وعلينا ان نتغاضى الآن عن الدرجة التي تفصل بين النجم القطبي الشمالي والقطب الفلكي الشمالي نفسه. وبناء على ذلك أستطيع أن أقول للقارىء إنه إذا كان في أي بلد من البلدان ونظر الى السماء في الليل ورأى النجم القطبي، فيجب أن يستدلّ من هذا على أنه ينظر إلى النقطة التي تدور عليها القبة السماوية – هذا بالاضافة إلى أنه ينظر إلى ناحية الشمال تماماً. إن أهمية النجم القطبي في دلالته على محور دوران السماء أكثر من أهميته في دلالته على الشمال.

وجميع الخرائط الفلكية التي تقدمها المجلات الأوروبية والأمريكية (أي التي تصدر في نصف الكرة الأرضية الشمالي) تضع النجم القطبي في موضع معين من الخريطة لا يتغير. والخرائط التي أقدمها للقارىء هي من هذا النوع أيضاً. وإذا حاولت ان تقارن بينها تجد أن موضع النجم القطبي لا يتغيّر فيها، بل هو يتخذ موضعاً معيناً منها كلّها.

بأي سرعة تدور القبة الفلكية حولنا؟

وانتظر الآن من القارىء أن يضع بنفسه كلمة (ظاهرية) بعد كلمة (سرعة) في السؤال المطروح دون أن أطلب اليه ذلك.

لوكانت القبة الفلكية تدور فوق رؤوسنا بسرعة دوران الأرض حول نفسها وفي الاتجاه نفسه

طبعاً، لراح يبدو لنا ان النجوم ثابتة في مواضعها في السماء في كل وقت من الأوقات، لا تغير مواضعها أبداً، ولن نعرف منها إلاّ ما نراه فوق رؤوسنا.

ولكننا نرى النجوم يومياً تشرق وتغيب. وإذا تابعنا نجماً معيناً في السماء وعيّنا موقعه بأن نجعله فوق علامة أرضية – كرأس شجرة مثلاً – فإننا إذا أتينا إليه بعد ساعة أو ساعتين سنجد أنه قد تحرك إلى الغرب وقطع شوطاً في صفحة السماء متجهاً نحو مغيبه. وإذا أتينا إليه في اليوم الثاني سنجده عاد إلى موضعه تقريباً وأخذ يقطع صفحة السماء إلى الغرب.

لكن لماذا نستعمل كلمة تقريباً؟ ولماذا لا نتكلم بالتحديد؟

إن القبة الفلكية تدور دورتها (الظاهرية) حول الأرض في ٥٦ دقيقة و٢٣ ساعة. أي أنها تقل أربع دقائق عن مدة دورة الأرض حول نفسها.

وأظن أنك تستطيع أن تقوم بتجربة تثبت فيها ذلك بنفسك. حدّد أي نجم شئت في السماء وفي أي وقت شئت من الأوقات. واختر نجماً يكون لامعاً متألقاً. اختر علامة أرضيه تعيّن لك موضعه في السماء بدقّة كبيرة في ساعة معينة. ان رأس شجرة لا يكون دقيقاً في هذه الحالة. وأفضل أن تحضر أنبوباً من الورق أو المعدن وتلصقه في طرف حائط أو جذع شجرة الصاقاً محكماً بعد أن تثبت اتجاهه إلى نجم معين، فتنظر في طرف منه فترى النجم من الطرف الآخر. إذا استطعت تثبيته والصاقه فعليك أن تعيّن الوقت الذي مرّ فيه النجم من طرف الأنبوب. ولنفرض أنه مرّ في الساعة التاسعة مساء. أترك الأنبوب ملصقاً في موضعه دون أن يعبث فيه أحد حتى اليوم التالي. ارجع قبل الموعد بقليل لترى وقت مرور النجم من طرف الأنبوب. ستجد أنه يمرّ من أمام عينيك من طرف الأنبوب في الساعة الثامنة والدقيقة السادسة والخمسين، أي أنه في الساعة التاسعة يكون قد قطع مسافة أربع دقائق إلى الغرب.

من الضروري أن تجري هذه التجربة بنفسك أو أية تجربة أخرى أذكرها لك بين الحين والآخر. فهي تعلمك حقائق بديهية وأساسية في هذه الهواية ويجب أن تكون واثقاً من صحتها. وقد تستفيد حقائق أخرى غير تلك التي ذكرت التجربة بصددها. فمن تجربة الأنبوب تعرف أن النجم الذي يمرّ على ارتفاع معين منك اليوم يمرّ كلّ يوم على الارتفاع نفسه، فلا تجده مرة يهبط ومرة يرتفع. أي أن هناك خطاً في السماء يسير فيه كلّ نجم لا يغيّره ما دمت تقيسه من مكان واحد من الكرة الأرضية.

على أية حال، فإننا نكون قد عرفنا من التجربة الأخيرة أن اليوم الذي تدور فيه القبة الفلكية (ظاهرياً) حول الأرض هو أقلّ من يوم الأرض بمقدار أربع دقائق.

وبناء على ذلك، فإن القبة الفلكية تتقدم إلى الغرب كلّ يوم بهذا المقدار من الزمن. وفي خمسة عشر يوماً تكون قد تقدمت ساعة إلى الغرب. فالنجم الذي رأيته يمرّ أمام الأنبوب في التاسعة مساء إذا رجعت إليه بعد خمسة عشر يوماً ستجد أنه يمر أمام فتحة الأنبوب نفسه في الثامنة مساء. وإذا رجعت إليه بعد شهر ستجده يمرّ في السابعة مساء.. وهكذا.

فالقبة الفلكية تتقدم إلى الغرب كلّ شهر ساعتينّ من الزمن. وبعد اثنى عشر شهراً تكون قد تقدمت ٢٤ ساعة، أي عادت إلى موضعها قبل سنة.

قارن بين خرائط السماء المتتالية التي أقدمها لك، ولاحظ الفروق بينهاً وكيف تتقدم الصور السماوية فيها إلى الغرب بالتدريج حتى تعود إلى الظهور ثانية بعد إكمال دورتها.

لاحظ أيضاً أن الدوران يتمّ حول النجم القطبي (على الأقل كما يظهر في الخرائط). واذكر أنه يتم في الحقيقة حول القطب الفلكي الشمالي الذي لا يبعد عن النجم القطبي سوى درجة واحدة.

الفصل الخامس

لماذا تبدو السماء هكذا في أشكالها؟

وفي مدة دورانها؟

هذه الأشكال الأخاذة التي نراها في السماء، والتي أصبح بعضها اليفاً لنا – على الورق على الأقل– كانت منذ عهود غابرة، ولا تزال، تحافظ على نفسها، ولا تتغيّر. رسمها جيل من البشر للجيل الذي يليه ووجدوا أنها ثابتة. وعندما درسها الفلكيون حددوا مواقعها. كان أول من قام بقياسها – على ما نعرف – الفلكي اليوناني هيبارخوس، وتلاه بطليموس في القرن الثاني الميلادي وحدد المواقع تحديداً أشدّ دقّة. وجاء العرب في القرن الثامن الميلادي وما تلا ذلك، فأعادوا القياسات وأعادوا التحديد فوجدوا أن قياسات الأوائل صحيحة على العموم، اللهمّ إلا من أخطاء قد تعود إلى سوء آلات الرصد التي كان يستعملها بطليموس وغيره من الراصدين. وقام بالقياسات كثير من الفلكيين العرب – البتاني والصوفي وابن يونس وغيرهم – وكلهم كانوا يجدون أن النجوم في مواقع لا تغيّرها. وجاء الفلك الحديث، بعد ألف سنة من بدايات الحضارة العربية فوجد أيضاً أنها لم تتغير.

بناء على هذا يحقّ لنا أن نعتبر صفحة السماء لوحة من لوحات الرسم نقشت عليها رسوم جميلة الشكل ثابتة في مواضعها.

غير أن النجوم في الحقيقة ليست مجرد شكل مرسوم. إنها أجرام غازية ضخمة جدّاً ارتفعت فيها الحرارة إلى ملايين الدرجات وتولد فيها احتراق نووي هو الذي يعطينا هذا الضوء الذي نراها به.

ولكنها منتشرة انتشاراً عفويّاً داخل مجرتنا في أعماق الفضاء بحيث تعطينا الأشكال التي سبق وصفها. وهي تختلف عن بعضها في حجومها وفي درجات حرارتها وفي ألوانها اختلافاً كبيراً بحيث تعطينا هذا الزخرف الرائع. وهي على أبعاد كبيرة جدّاً من بعضها بالنسبة لمفاهيمنا عن المسافات، فمعدل البعد بين النجم والذي يجاوره حوالي عشر سنوات ضوئية (والسنة الضوئية تساوي الرقم ٩٤٦ وأمامه عشرة أصفار – من الكيلومترات. وهي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة بسرعته المعروفة ٣٠٠٠٠٠ كيلومتر في الثانية).

والشمس التي تدور أرضنا حولها هي أحد هذه النجوم الغفيرة، وحيثما تنظر إلى نواحي السماء فإننا نرى نجوماً بأشكال جميلة هي التي لفتت انتباه الانسان منذ أن وجد على الأرض.

ونظراً لبعد هذه النجوم عنا فإننا لن نلاحظ بالعين المجردة ولا بالمرقب إذا ماكانت لها حركات تتحرك بها. ولهذا فنحن نراها ثابتة.

إن بعد النجم القطبي عنا هو ٧٨٢ سنة ضوئية. أي أن الضوء الذي يسير بسرعة ٣٠٠٠٠٠ كيومتر في الثانية يستغرق ٧٨٢ سنة حتى يصل إلينا. ولك أن تتأمل هذا البعد.

والنجم القطبي بعيد نسبياً بالقياس إلى النجوم الأخرى التي نراها في السماء بالعين المجردة. وهناك نجوم كثيرة أخرى أقرب منه. فالشعرى اليمانية تبعد تسع (٩) سنوات ضوئية، والشعرى الشامية (١١) احدى عشرة سنة ضوئية، والسماك الأعزل (٢٦٠) سنة ضوئية، بينما هناك نجوم أبعد منه، فنجم ذنب الدجاجة الذي سمّته العرب (الردف) يبعد (١٦٣٠) سنة ضوئية ونجم (الوزن) في الكلب الأكبر يبعد (١٩٥٦) سنة ضوئية....وهكذا.

هذه الأبعاد الشاسعة هي أحد الأسباب الرئيسة التي تجعلنا نرى النجوم ثابتة في مواقعها، وبالتالي نرى ثبات الأشكال التي تتكون منها.

ونتيجة لهذا، فإننا نرى من على كوكب الأرض أننا محاطون من جميع الجهات بكرة سماوية مطرّزة بأشكال فنية رائعة من النجوم.

والكرة السماوية التي تحيط بنا هي كرة واحدة وفيها أشكال ثابتة لا تتغير. وهي في الحقيقة ظاهرة دائماً في سمائنا – في الليل والنهار والصيف والشتاء والربيع والخريف – إنها مشرقة في كلّ وقت من الأوقات.

ولكن الذي يحدث هو أن الشمس موجودة دائماً في ناحية من النواحي من الكرة الأرضية. ألسنا ندور حولها؟ وهي تضيء بأشعتها نصف الكرة الأرضية فتصنع النهار. وضوؤها الشديد في النهار هو الذي يبهر عيوننا فلا نستطيع أن نرى أي نجم. ولهذا فإننا لا نرى من نجوم القبة الفلكية إلاّ القسم الذي يكون في ليلنا.

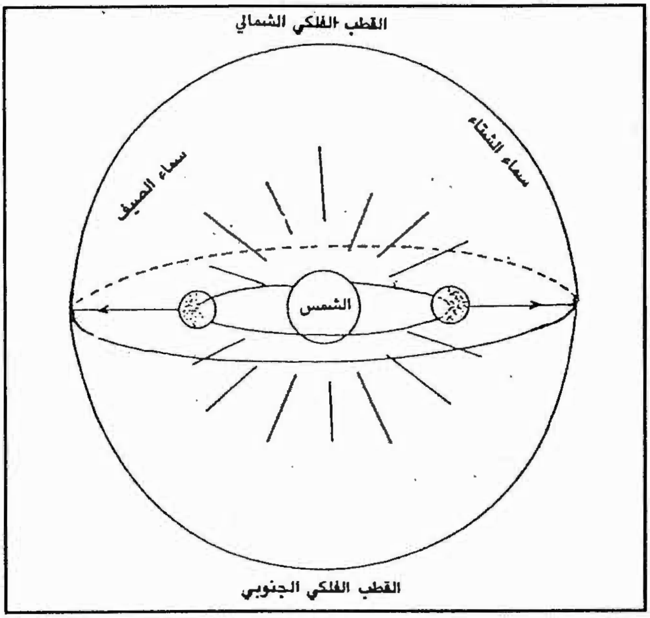
فالكرة الفلكية واحدة وتحيط بنا في كلّ وقت، وهي مشرقة دائماً بنجومها. أما إذا كانت عيوننا قاصرة عن رؤية النجوم في النهار فالذنب ليس ذنب القبة الفلكية بل ذنب عيوننا.

لكن إذا كان النهار يمنعنا من رؤية كل نجوم القبة الفلكية في أوقات معينة فإن أمامنا فرصة

تسنح في أوقات أخرى نرى فيها ما خفي عنا من نجوم.

(أنظر الشكل في الصفحة التالية)

نرى من الشكل أن الأرض تدور حول الشمس وكلاهما في منتصف الكرة الفلكية. أنظر إلى الأرض وهي في موضعها إلى اليمين. إن نصفها الأيسر يقابل الشمس ولهذا لن نرى أي شيء من القبة الفلكية من الناحية اليسرى وكل ما نراه هو القسم الأيمن من السماء الذي يقابلنا في الليل.



ولكن الأرض تنتقل في مدارها حول الشمس، فيتغير موضعها فيرى ليلها نجوماً جديدة وتختفي في نهارها نجوم كانت ظاهرة. ويحدث هذا التغير يومياً شيئاً فشيئاً حتى إذا وصلت الأرض إلى الناحية المقابلة أصبحت ترى نجوماً لم تكن تراها من قبل، وخفيت عنها كلّ ما كانت ترى من نجوم.

وتستمرّ الأرض في دورتها حتى إذا عادت بعد سنة إلى موضعها عادت النجوم التي كانت تظهر في بداية الحديث... وهكذا.

أي أن الأرض في دورتها خلال سنة كاملة تكون قد استعرضت لنا في السماء كلّ ما تستطيع أن

ترينا من نجوم.

وتكون القبة الفلكية خلال هذه السنة قد دارت (بالنسبة لنا) دورة واحدة زيادة عن دوران الأرض حول نفسها لكي تستطيع أن تقدم لنا الاستعراض، أي أن الأرض تكون قد دارت ٣٦٥ مرّة بينما تكون القبة الفلكية قد دارت ٣٦٦ مرة.

ولكي نحصل على هذه الدورة الزائدة كانت تعطينا كلّ يوم (٤) دقائق، فيجتمع لنا يوم واحد على مدار السنة.

وهذا هو السبب الذي يجعلنا نرى أن نجوم السماء، بل القبة الفلكية كلها تتقدم الى الغرب (٤) دقائق كل يوم.

إن بعض التأمل في الشكل السابق، وكيفية دوران الأرض حول الشمس في وسط القبة الفلكية سيجعلك بسهولة تصل إلى فهم هذه القضية فهماً صحيحاً.

الفصل السادس

خرائط السماء

أصبحت تعرف الآن ان الكرة السماوية تدور دورتها الظاهرية حول الأرض في يوم ينقص أربع دقائق. ولكنك لا تستطيع أن تراقب السماء في أي وقت شئت. عليك أن تحذف النهار كلّه. فالشمس المشرقة والضوء الباهر يجعلان الرصد مستحيلاً. وعليك أن تحذف النصف الأخير من الليل حيث ستأوي الى فراشك. الرصد المتيسّر اذن هو بعد غروب الشمس بساعة أو أكثر حين يحلّ الظلام. والوقت المناسب للرصد عادة هو بين الساعة الثامنة والعاشرة مساء – هذا إذا كان الجوّ صافياً..

وبناء على ذلك اخترت ان أقدم لك خرائط شهرية، لكلّ شهر خريطة، بحسب ما تظهر في الساعة التاسعة مساء من مطلع ذلك الشهر.

وأصبحت تعرف الآن أن الخريطة التي تظهر لك أول الشهر في التاسعة مساء ستظهر لك نفسها في اليوم التالي في الساعة الثامنة و٥٦ دقيقة. وفي اليوم الذي بعده في الثامنة و٥٢ دقيقة... وهكذا. وفي الخامس عشر من الشهر ستظهر لك في الساعة الثامنة مساء، وفي أول الشهر الذي يليه في السابعة... الخ الخ...

وقد وضعت تحت كلّ خريطة جدولاً يبيّن الأوقات التي تظهر فيها هذه الخريطة في السماء، حتى في ساعات النهار. والقصد من ذلك ليس أن تراقب النجوم في وضح النهار، فهذا مستحيل كما تعرف، وانما لتكون لديك فكرة واضحة عن مواقع النجوم ولكي تكون قادراً على معرفة مواقعها حتى في وضح النهار. فكل انسان هاوٍ يجب أن يكون عنده إلمام، وهذا هو الفرق بين الهاوي الواعي والانسان العادي الضائع في غمرة النجوم المنتشرة بغير نظام في السماء.

وقد جرت العادة ان يطلق الفلكيون اسم نجوم الربيع ونجوم الصيف ونجوم الخريف ونجوم

الشتاء على تلك التي تشرق في السماء في مساء أيام تلك الفصول. بينما أصبحنا نعرف الآن ان هذه التسميات هي لمواعيد النجوم التي تشرق من ٧ – ٩ من مساء تلك الأيام. بينما لو انتظرنا ست ساعات وراقبنا السماء لوجدنا نجوم الفصل الذي يليه قد أشرقت بدلاً من نجوم الفصل الذي تكلمنا عنه.

وقد وضعت لك اثنتي عشرة خريطة، لكل شهر خريطة، لكي تلاحظ الفروق بين الخريطة والتي تليها ومقدار الانزياح في الكوكبات التدريجي. وهذه الخرائط تشمل كلّ رقعة السماء التي تظهر في هذه البلاد. والواقع يمكنك أن تبدأ من أية خريطة وتتدرّج الى التي تليها حتى إذا وصلت الى آخر خريطة فستكون الأولى هي التي تلي الأخيرة.

وعليك ان تعرف قراءة الخريطة قراءة صحيحة. ان القسم العلوي من كلّ خريطة يدلّ على الأفق الشمالي، والقسم السفلي يدلّ على الأفق الجنوبي والغرب سيكون بالطبع يمينك والشرق الى يسارك. اذا استلقيت على الأرض وأنت تمدّ بقدميك الى الجنوب ورأسك الى الشمال، ثم رفعت الخريطة أمام عينيك فإنها ستكون صورة للنجوم الظاهرة في ذلك الحين. وحدود الخريطة ستكون حدود الأفق الذي يحيط بك.

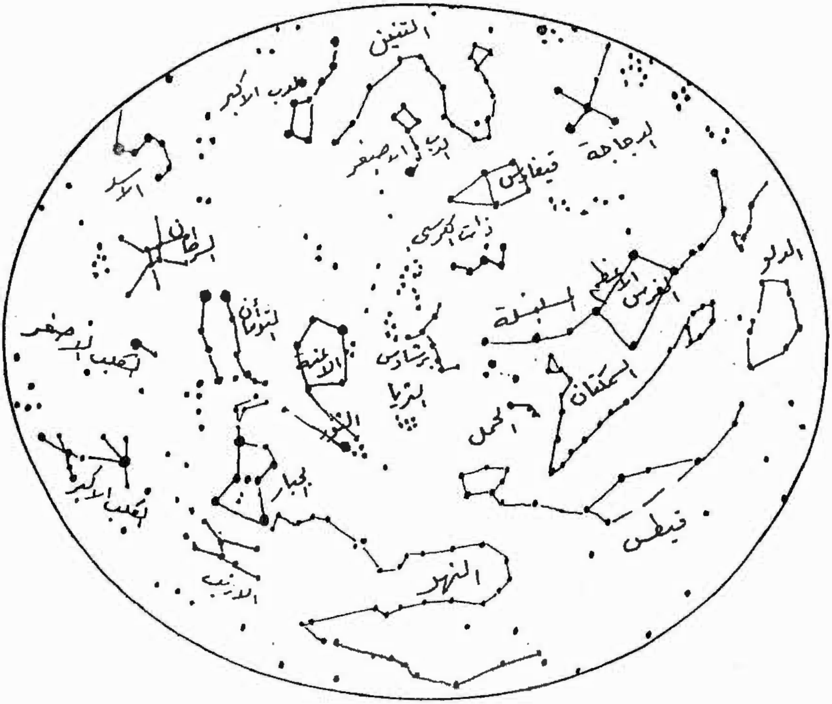
قد لا تستطيع أن تستلقي على الأرض. عندئذ أدر وجهك للجنوب وأنت واقف، وارفع رأسك الى أعلى وامسك بالخريطة فوق رأسك جنوبها الى الجنوب وشماليها الى الشمال.

الكوكبات الموجودة على حدود الخريطة هي ما يكون عند الأفق من نواحيه المختلفة. والأفق يكون عادة مليئاً بالغيوم الغبارية، خاصة في فصل الصيف. لهذا لا تنتظر ان تكون النجوم التي على أطراف الخريطة واضحة أمامك. لا تضع وقتاً كبيراً في رصدها. إذا كانت في الأفق الشرقي يمكنك ان أن تنتظر حتى ترتفع عن الأفق فترصدها، وإذا كانت في الأفق الغربي فارجع اليها في اليوم التالي في وقت مبكر.

ركز جهدك على القسم الواضح من السماء. كلما ارتفعت عن الأفق كانت النجوم أوضح. إذا استطعت – من الخرائط – ان تحدد النجم القطبي وتعرف موضعه من السماء فإننا نكون قد مشينا خطوة كبيرة الى الأمام. وان لم تستطع فستأتيك دلالات أخرى تدلّك عليه. ان معرفة النجم القطبي أمر هامّ، لأنه يدلّك على المحور الذي تدور عليه السماء. وسترى ان موضع هذا النجم لا يتغيّر في الخرائط المختلفة، فهو دائماً في الموضع نفسه من الخريطة وتجد ان الكوكبات المجاورة تدور حوله بالتدريج.

لاحظ ايضاً ان النجوم تتحرك نحو الغرب لكي تغيب فيه، وان النجوم الشرقية تأخذ بالارتفاع التدريجي بعد شروقها، أي ان الخريطة نفسها تتحرك من الشرق الى الغرب.

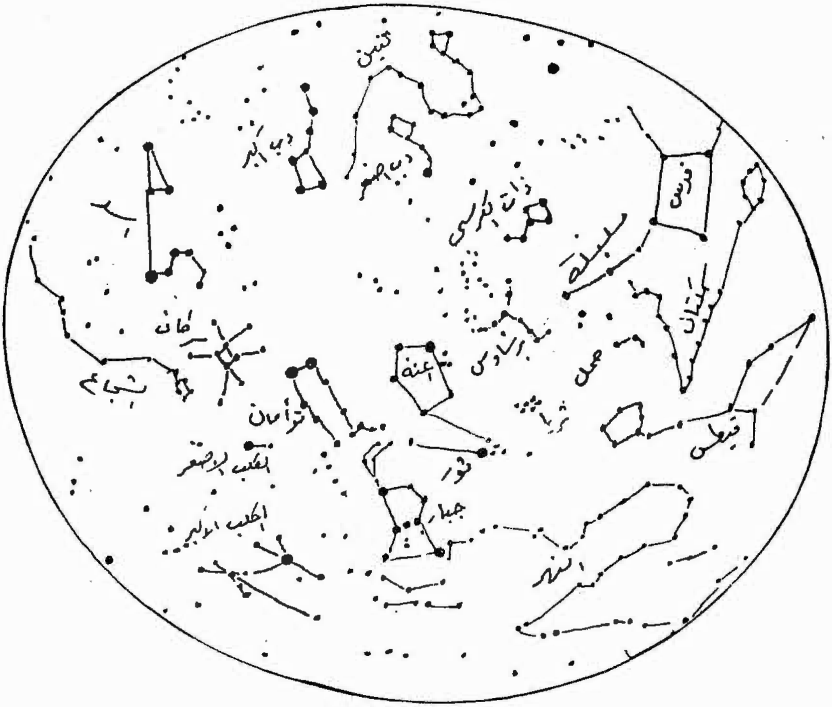
وأرجو ان الفت الانتباه الى ان الخرائط مرسومة لخط عرض (٤٠) درجة. ومن كان يسكن في خط عرض (٣٠) فسيرى نجوماً اضافية الى الجنوب من النجوم المرسومة في أسفل الخريطة. لا عليك. ستعرف هذه النجوم كلّها كلما تقدمت في الهواية. فتوكل على الله.



خريطة السماء

كما تبدو في الأوقات التالية:

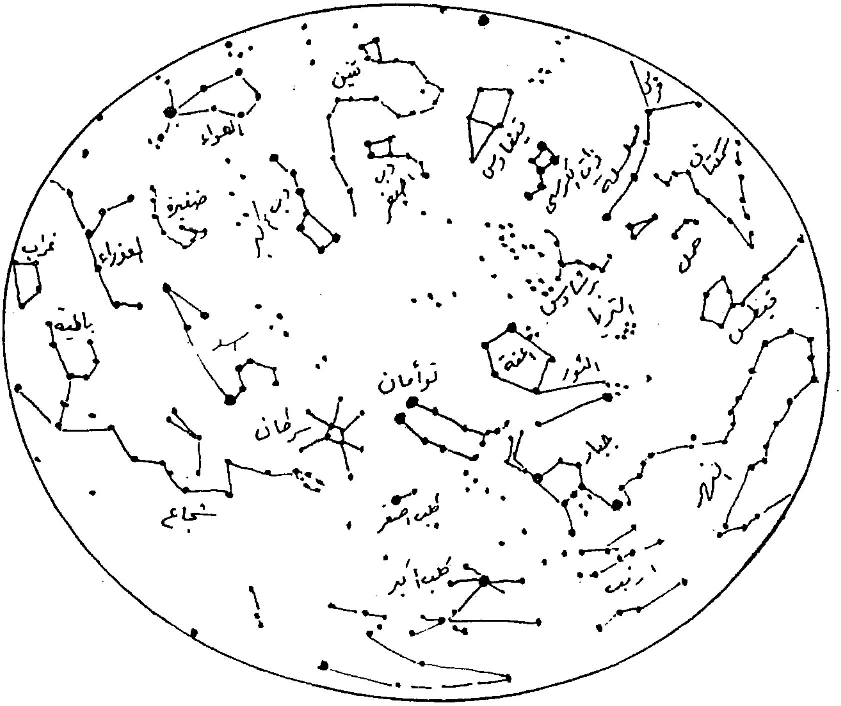
التاسعة مساء	في أول كانون الثاني	يناير
السابعة مساء	في أول شباط	فبراير
الخامسة مساء	في أول آذار	مارس
الثالثة بعد الظهر	في أول نيسان	ابريل
الواحدة بعد الظهر	في أول أيار	مايو
الحادية عشرة صباحاً	في أول حزيران	يونيو
التاسعة صباحاً	في أول تموز	يوليو
السابعة صباحاً	في أول آب	اغسطس
الخامسة صباحاً	في أول أيلول	سبتمبر
الثالثة صباحاً	في أول تشرين الأول	اكتوبر
الواحدة بعد منتصف الليل	في أول تشرين الثاني	نوفمبر
الحادية عشرة مساء	في أول كانون الأول	ديسمبر



خريطة السماء

كما تكون في الأوقات التالية:

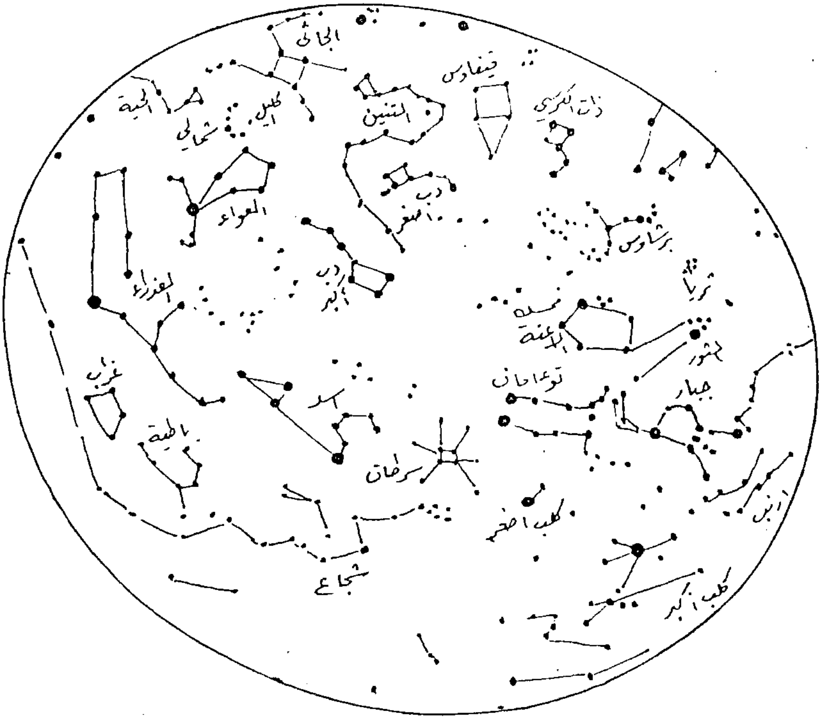
التاسعة مساء	في أول شباط	فبراير
السابعة مساء	في أول آذار	مارس
الخامسة مساء	في أول نيسان	ابريل
الثالثة بعد الظهر	في أول أيار	مايو
الواحدة بعد الظهر	في أول حزيران	يونيو
الحادية عشرة صباحاً	في أول تموز	يوليو
التاسعة صباحاً	في أول آب	اغسطس
السابعة صباحاً	في أول أيلول	سبتمبر
الخامسة صباحاً	في أول تشرين الأول	اكتوبر
الثالثة صباحاً	في أول تشرين الثاني	نوفمبر
الواحدة بعد منتصف الليل	في أول كانون الأول	ديسمبر



خريطة السماء

كما تكون في الأوقات التالية:

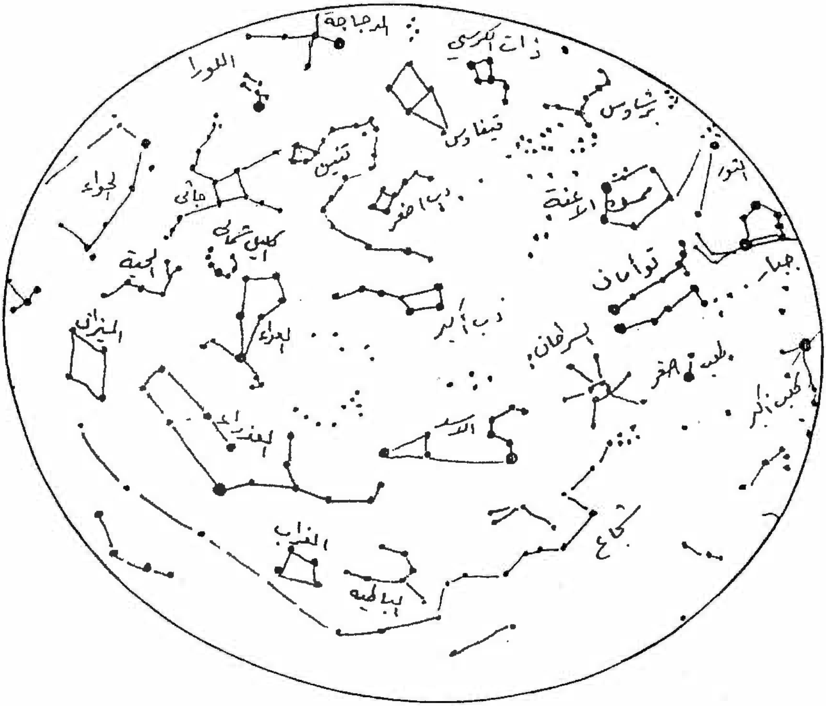
التاسعة مساء	في أول آذار	مارس
السابعة مساء	في أول نيسان	ابريل
الخامسة مساء	في أول أيار	مايو
الثالثة بعد الظهر	في أول حزيران	يونيو
الواحدة بعد الظهر	في أول تموز	يوليو
الحادية عشرة صباحاً	في أول آب	اغسطس
التاسعة صباحاً	في أول ايلول	سبتمبر
السابعة صباحاً	في أول تشرين الأول	اكتوبر
الخامسة صباحاً	في أول تشرين الثاني	نوفمبر
الثالثة صباحاً	في أول كانون الأول	ديسمبر
الواحدة بعد منتصف الليل	في أول كانون الثاني	يناير
الحادية عشرة مساء	في أول شباط	فبراير



خريطة السماء كما هي في الأوقات التالية:

ملاحظة – معظم أسماء الكوكبات كتبتها بحذف ال التعريف

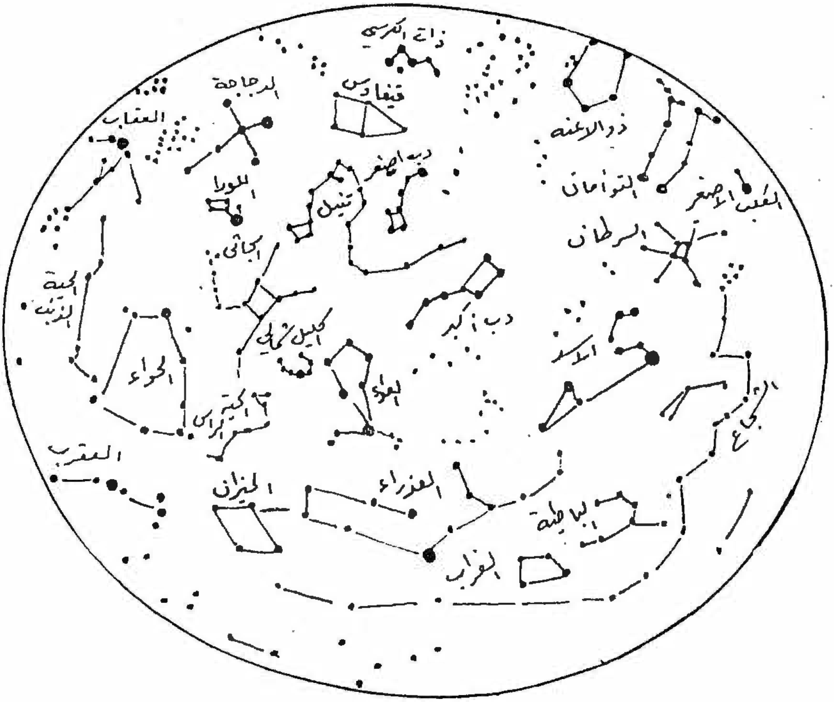
التاسعة مساء	في أول شهر نيسان	ابريل
السابعة مساء	في أول شهر أيار	مايو
الساعة الخامسة مساء	في أول شهر حزيران	يونيو
الثالثة بعد الظهر	في أول شهر تموز	يوليو
الواحدة بعد الظهر	في أول شهر آب	اغسطس
الحادية عشرة صباحاً	في أول شهر أيلول	سبتمبر
التاسعة صباحاً	في أول شهر تشرين الأول	اكتوبر
السابعة صباحاً	في أول شهر تشرين الثاني	نوفمبر
الخامسة صباحاً	في أول شهر كانون أول	ديسمبر
الثالثة صباحاً	في أول شهر كانون الثاني	يناير
الواحدة بعد منتصف الليل	في أول شهر شباط	فبراير
الحادية عشرة مساء	في أول شهرآذار	مارس



ملاحظة: معظم أسماء الكوكبات مكتوبة بحذف ال التعريف

خريطة السماء كما هي في الأوقات التالية:

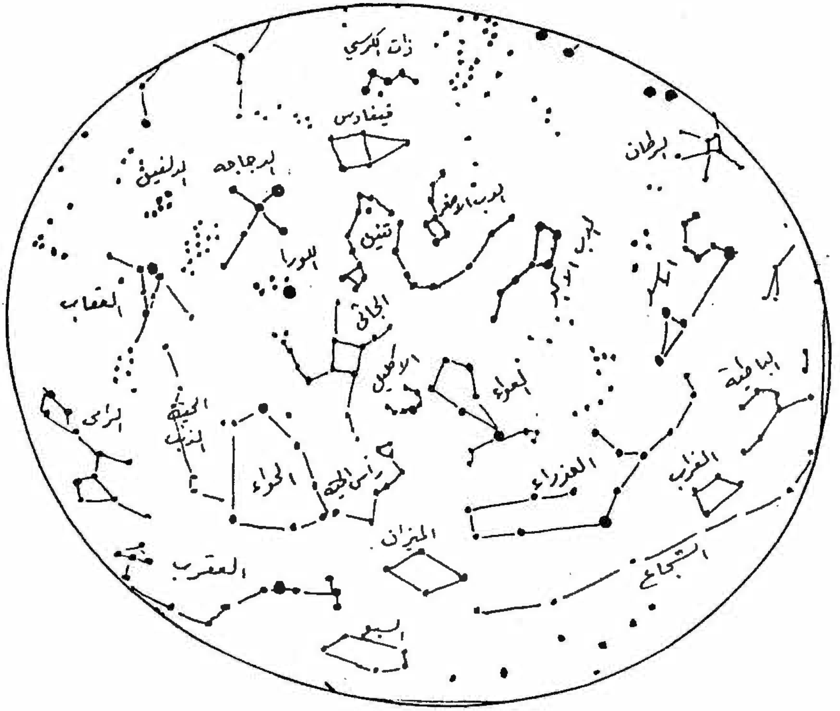
التاسعة مساء	في أول شهر ايار	مايو
السابعة مساء	في أول شهر حزيران	يونيو
الخامسة مساء	في أول شهر تموز	يوليو
الثالثة بعد الظهر	في أول شهر آب	اغسطس
الواحدة بعد الظهر	في أول شهر ايلول	سبتمبر
الحادية عشرة صباحاً	في أول شهر تشرين الأول	اكتوبر
التاسعة صباحاً	في أول شهر تشرين الثاني	نوفمبر
السابعة صباحاً	في أول شهر كانون الأول	ديسمبر
الخامسة صباحاً	في أول شهر كانون الثاني	يناير
الثالثة صباحاً	في أول شهر شباط	فبراير
الواحدة بعد منتصف الليل	في أول شهر آذار	مارس
الحادية عشرة مساء	في أول شهر نيسان	ابريل



خريطة السماء

كما تكون في الأوقات التالية:

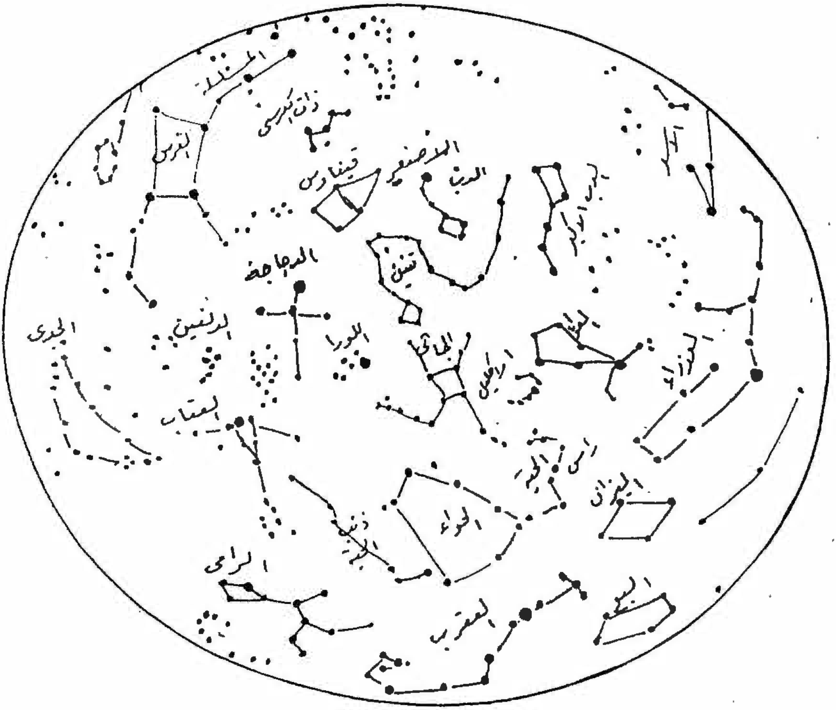
التاسعة مساء	في أول حزيران	يونيو
السابعة مساء	في أول شهر تموز	يوليو
الخامسة مساء	في أول شهر آب	اغسطس
الثالثة بعد الظهر	في أول شهر أيلول	سبتمبر
الواحدة بعد الظهر	في أول شهر تشرين الأول	اكتوبر
الحادية عشرة صباحاً	في أول شهر تشرين الثاني	نوفمبر
التاسعة صباحاً	في أول شهر كانون الأول	ديسمبر
السابعة صباحاً	في أول شهر كانون الثاني	يناير
الخامسة صباحاً	في أول شهر شباط	فبراير
الثالثة صباحاً	في أول شهر آذار	مارس
الواحدة بعد منتصف الليل	في أول شهر نيسان	ابريل
الحادية عشرة مساء	في أول شهر ايار	مايو



خريطة السماء

كما تكون في الأوقات التالية:

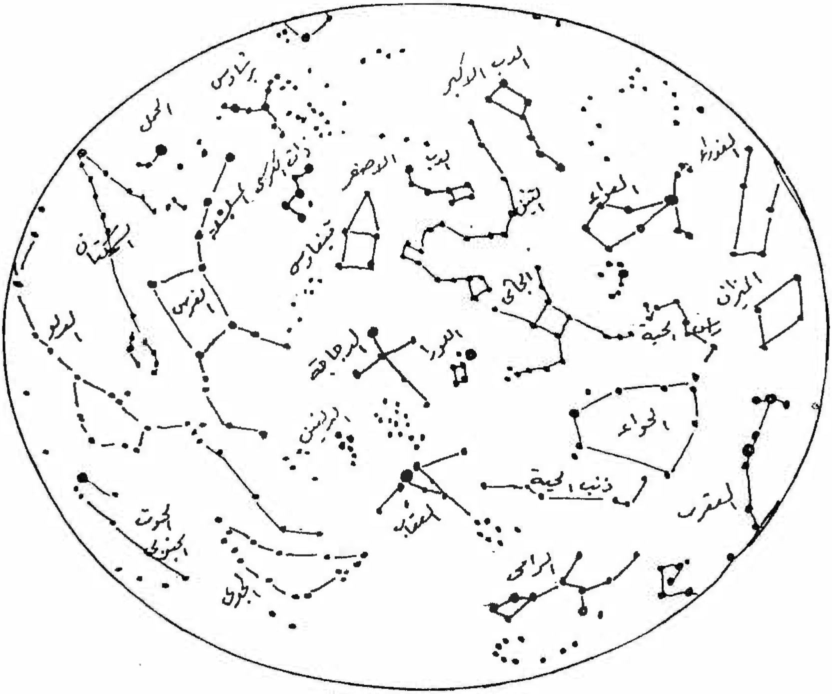
التاسعة مساء	في	أول شهر تموز	يوليو
السابعة مساء	في	أول شهر آب	اغسطس
الخامسة بعد الظهر	في	أول ايلول	سبتمبر
الثالثة بعد الظهر	في	أول شهر تشرين الأول	أكتوبر
الواحدة بعد الظهر	في	أول شهر تشرين الثاني	نوفمبر
الحادية عشرة صباحاً	في	أول شهر كانون الأول	ديسمبر
التاسعة صباحاً	في	أول شهر كانون الثاني	يناير
السابعة صباحاً	في	أول شهر شباط	فبراير
الخامسة صباحاً	في	أول شهر آذار	مارس
الثالثة صباحاً	في	أول شهر نيسان	ابريل
الواحدة بعد منتصف الليل	في	أول شهر ايار	مايو
الحادية عشرة مساء	في	أول شهر حزيران	يونيو



خريطة السماء

كما تكون في الأوقات التالية:

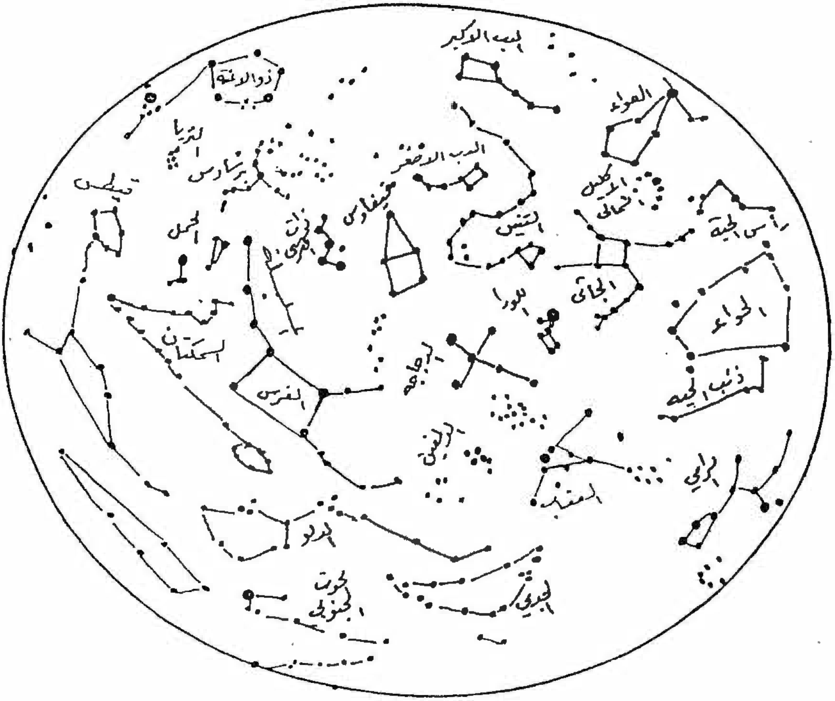
التاسعة مساء	في أول آب	اغسطس
السابعة مساء	في أول ايلول	سبتمبر
الخامسة مساء	في أول تشرين الأول	اكتوبر
الثالثة بعد الظهر	في أول تشرين الثاني	نوفمبر
الواحدة بعد الظهر	في أول كانون الأول	ديسمبر
الحادية عشرة صباحاً	في أول كانون الثاني	يناير
التاسعة صباحاً	في أول شباط	فبراير
السابعة صباحاً	في أول آذار	مارس
الخامسة صباحاً	في أول نيسان	ابريل
الثالثة صباحاً	في أول ايار	مايو
الواحدة بعد منتصف الليل	في أول حزيران	يونيو
الحادية عشرة مساء	في أول تموز	يوليو



خريطة السماء

كما تكون في الأوقات التالية:

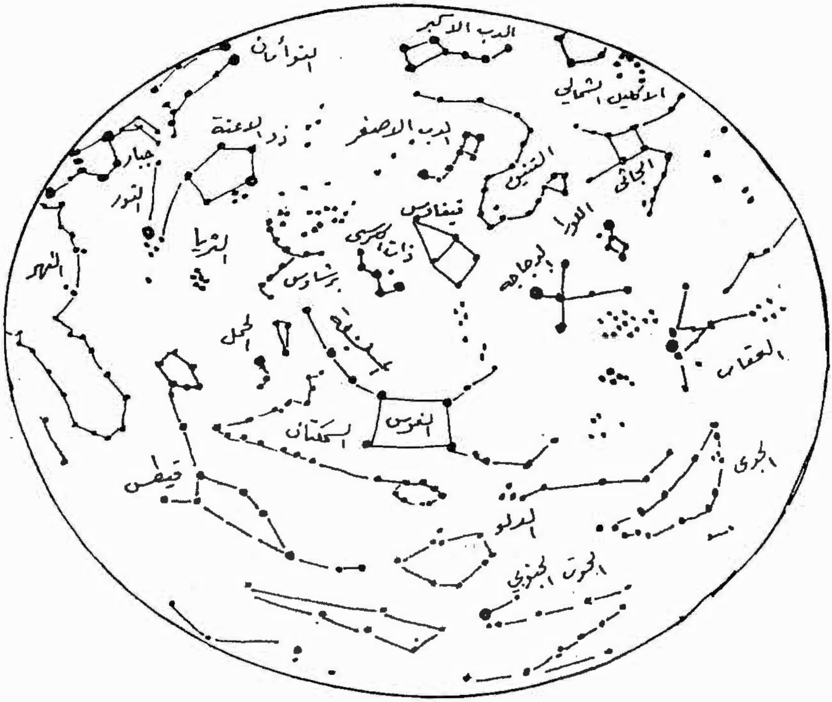
التاسعة مساء	في أول ايلول	سبتمبر
السابعة مساء	في أول تشرين الأول	اكتوبر
الخامسة مساء	في أول تشرين الثاني	نوفمبر
الثالثة بعد الظهر	في أول كانون الأول	ديسمبر
الواحدة بعد الظهر	في أول كانون الثاني	يناير
الحادية عشرة صباحاً	في أول شباط	فبراير
التاسعة صباحاً	في أول آذار	مارس
السابعة صباحاً	في أول نيسان	ابريل
الخامسة صباحاً	في أول ايار	مايو
الثالثة صباحاً	في أول حزيران	يونيو
الواحدة بعد منتصف الليل	في أول تموز	يوليو
الحادية عشرة مساء	في أول آب	اغسطس



خريطة السماء

كما تكون في الأوقات التالية:

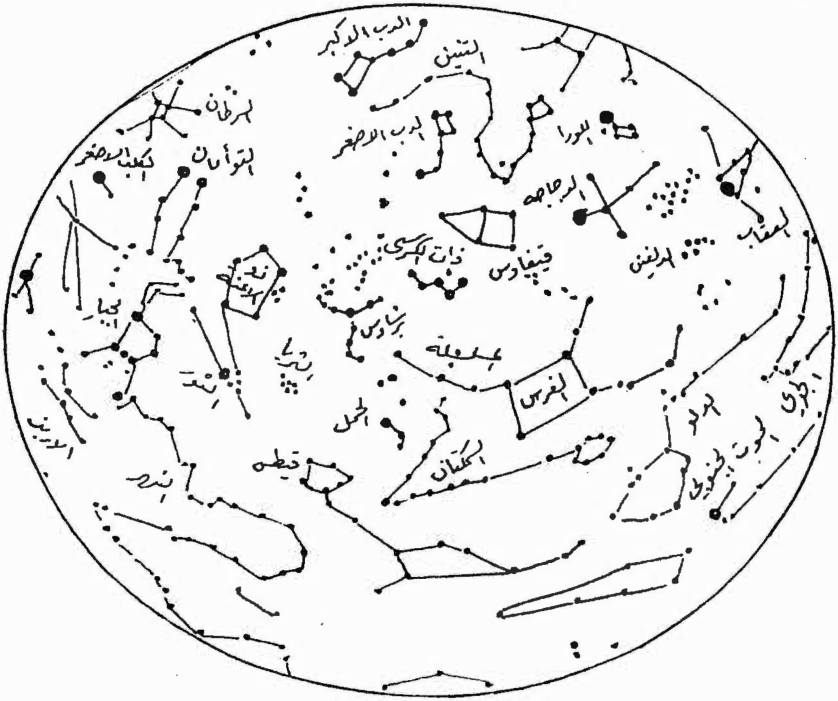
التاسعة مساء	في أول تشرين الأول	اكتوبر
السابعة مساء	في أول تشرين الثاني	نوفمبر
الخامسة مساء	في أول كانون الأول	ديسمبر
الثالثة بعد الظهر	في أول كانون الثاني	يناير
الواحدة بعد الظهر	في أول شباط	فبراير
الحادية عشرة صباحاً	في أول آذار	مارس
التاسعة صباحاً	في أول نيسان	ابريل
السابعة صباحاً	في أول آيار	مايو
الخامسة صباحاً	في أول حزيران	يونيو
الثالثة صباحاً	في أول تموز	يوليو
الواحدة بعد منتصف الليل	في أول آب	اغسطس
الحادية عشرة مساء	في أول يوليو	سبتمبر



خريطة السماء

كما تكون في الأوقات التالية:

الساعة التاسعة مساء	في أول تشرين الثاني	نوفمبر
السابعة مساء	في أول كانون الأول	ديسمبر
الخامسة مساء	في أول كانون الثاني	يناير
الثالثة مساء	في أول شباط	فبراير
الواحدة بعد الظهر	في أول آذار	مارس
الحادية عشرة صباحاً	في أول نيسان	ابريل
التاسعة صباحاً	في أول ايار	مايو
السابعة صباحاً	في أول حزيران	يونيو
الخامسة صباحاً	في أول تموز	يوليو
الثالثة صباحا	في أول آب	اغسطس
الواحدة بعد منتصف الليل	في أول ايلول	سبتمبر
الحادية عشرة مساء	في أول تشرين الأول	اكتوبر



خريطة السماء

كما تكون في الأوقات التالية:

التاسعة مساء	في أول كانون الأول	ديسمبر
السابعة مساء	في أول كانون الثاني	يناير
الخامسة مساء	في أول شباط	فبراير
الثالثة بعد الظهر	في أول آذار	مارس
الواحدة بعد الظهر	في أول نيسان	ابريل
الحادية عشرة صباحاً	في أول ايار	مايو
التاسعة صباحاً	في أول حزيران	يونيو
السابعة صباحاً	في أول تموز	يوليو
الخامسة صباحاً	في أول آب	اغسطس
الثالثة صباحاً	في أول ايلول	سبتمبر
الواحدة بعد منتصف الليل	في أول تشرين الأول	اكتوبر
الحادية عشرة مساء	في أول تشرين الثاني	نوفمبر

الفصل السابع

التفتيش على كوكبة من الكوكبات

عرفنا الآن انه لا يوجد في السماء التي نراها من النجوم غير تلك التي مرّت في الخرائط السابقة التي وضعتها لك. وعرفنا ان الكوكبات السماوية وما بها من نجوم ثابتة بالنسبة لبعضها، وهي لا تغيّر مواقعها. وبناء على ذلك فاذا عرفنا كوكبة من الكوكبات أو نجماً معيناً من النجوم فإننا سنعرف بقية النجوم كلّها.

وإذا كان حظي معك سعيداً – أيها القارىء – فإنك تكون بعد دراسة الخرائط السابقة قد اهتديت الى كوكبة من الكوكبات. واذا عيّنت واحدة وعرفتها، فإن معرفة الكوكبات الأخرى يغدو سهلاً بالرجوع الى الخرائط. فأنت ستعرف جارتها وجارة جارتها وهكذا.

أما إذا كنت قد وجدت صعوبة في تطبيق الخرائط على السماء أو تطبيق السماء على الخرائط، فيجب أن تفتش عن طريقة أخرى تهتدي بها الى احدى الكوكبات.

إذا كنت تعرف أحد المثقفين الذين يعرفون الدب الأكبر ودلّك عليه عندها نكون قد أرحنا أنفسنا. وإذا كنت ترى أحد البدو أو تعرف أحدهم فاسأله عن (بنات نعش الكبرى) فهذا هو الاسم الذي أطلقه العرب في الجاهلية على النجوم السبعة اللامعة من الدبّ الأكبر، ولا يزال البدو يطلقونه عليها حتى الآن. (وبالمناسبة فهم يطلقون اسم بنات نعش الصغرى على النجوم السبعة الظاهرة من الدب الأصغر).

يلاحظ القارىء أني أركز على معرفة الدب الأكبر تركيزاً شديداً وذلك لأنها أكثر كوكبة معروفة عند الناس وعند البدو، ولأن معرفتها ستقودنا الى معرفة كوكبات عديدة. النجوم اللامعة في الدبّ الأكبر سبعة. أربعة منها على شكل مربع مستطيل وثلاثة على شكل ذنب ملتو. ويحتار المرء لماذا سماها الأغريق دبّا كبيرا (فالتسمية مأخوذة عنهم) مع ان شكلها لا يوحي بذلك.

وهذه الكوكبة – مثلها مثل الكوكبات الأخرى – تدور حول النجم القطبي في عكس اتجاه عقارب الساعة. تتبع ذلك على سلسلة من الخرائط. قد تكون محظوظاً إذا بدأت بمراقبتها في احدى أمسيات الربيع وأوائل الصيف. ستراها متألقة في السماء ونجومها السبعة اللامعة ذات منظر جذّاب. أما إذا جئت تراقبها في الخريف أو أوائل الشتاء، فإنك اذا التفت إلى الجهة الشمالية تكون مع الأفق الشمالي وقد غطتها الغيوم التي تغطي الأفق. فلا ترى منها شيئاً، أو قد تراها بغير وضوح. وإذا كنت مصمماً على ان تراها في تلك الليلة فتستطيع ان تنتظر حوالي ست ساعات حتى يدور أفق السماء دورته الظاهرية فتجد انها قد ارتفعت عن الأفق وأصبح في الامكان رؤيتها.

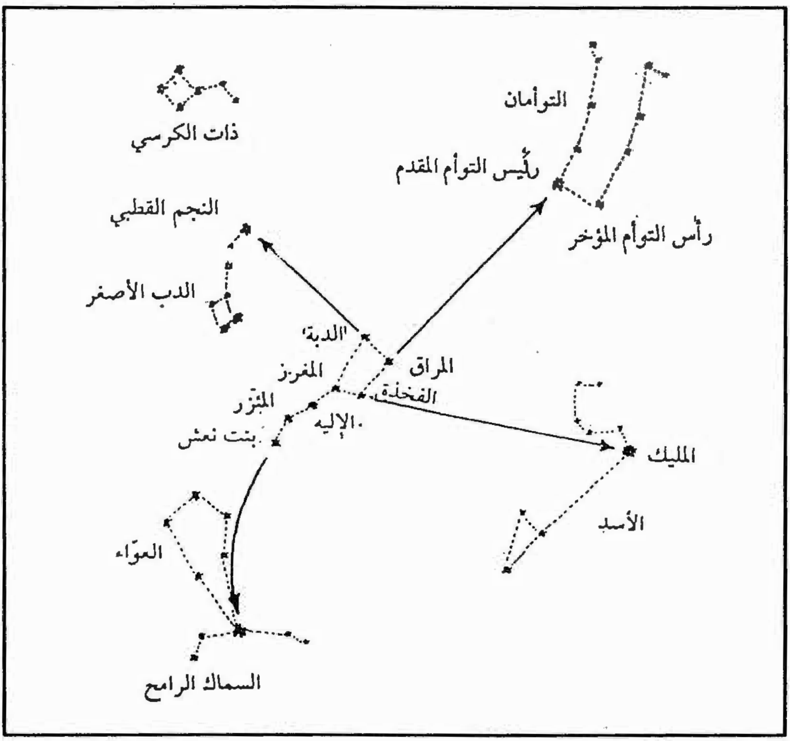
وإذا اهتديت الى النجوم السبعة اللامعة من الدب الأكبر فعليك ان تعرف أسماءها. فلكل نجم اسم خاص به، خاصة تلك النجوم اللامعة المتألقة. أنظر الشكل (٤٤–أ).

ارسم خطاً من نجم (المراق) الى نجم (الدبة) ومدّه على استقامته بمقدار خمسة أمثاله، تجد انك قد وصلت الى (النجم القطبي) الذي هو ذنب الدب الأصغر.

ارسم خطاً من نجم (الفخذ) الى (المراق) ومدّه على استقامته تصل الى أحد النجمين اللامعين في كوكبة (التوأمين). اسم هذا النجم (رأس التوأم المقدم). ارسم خطاً من نجم (المغرز) الى (الفخذ) ومدّه على استقامته تصل الى النجم (المليك) الذي هو (قلب الأسد). ومع انحناءة الذنب في الدب، مدّ الانحناءة في انحنائها، تصل الى نجم (السماك الرامح) الذي هو نير كوكبة (العواء).

والخط الذي بدأت به من (المراق) ووصلت به الى النجم القطبي، إذا مددته ايضاً على استقامته فإنك ستجد نفسك قريباً من (ذات الكرسي) الكوكبة الجميلة التي هي الملكة كاسيوبيا.

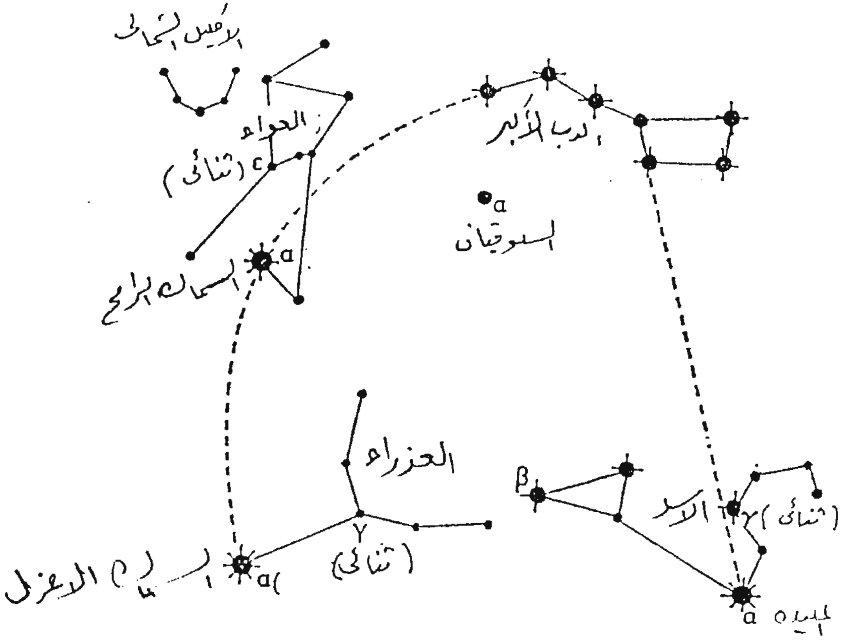
يرى القارىء اننا من الدبّ الأكبر قد اهتدينا الى خمس كوكبات، كل كوكبة في ناحية. وما عليه بعد الآن الاّ أن يمسك بالخريطة المناسبة فيستدلّ على الكوكبات الأخرى الواحدة تلو الأخرى.



ذات الكرسي
التوأمان
رئيس التوأم المقدم
رأس التوأم المؤخر
النجم القطبي
الدب الأصغر
الدبة
المراق
المغرز
الفخذة
المئزر
الإليه
بنت نعش
المليك
الأسد
العوّاء
السماك الرامح

الشكل (٤٤-أ)

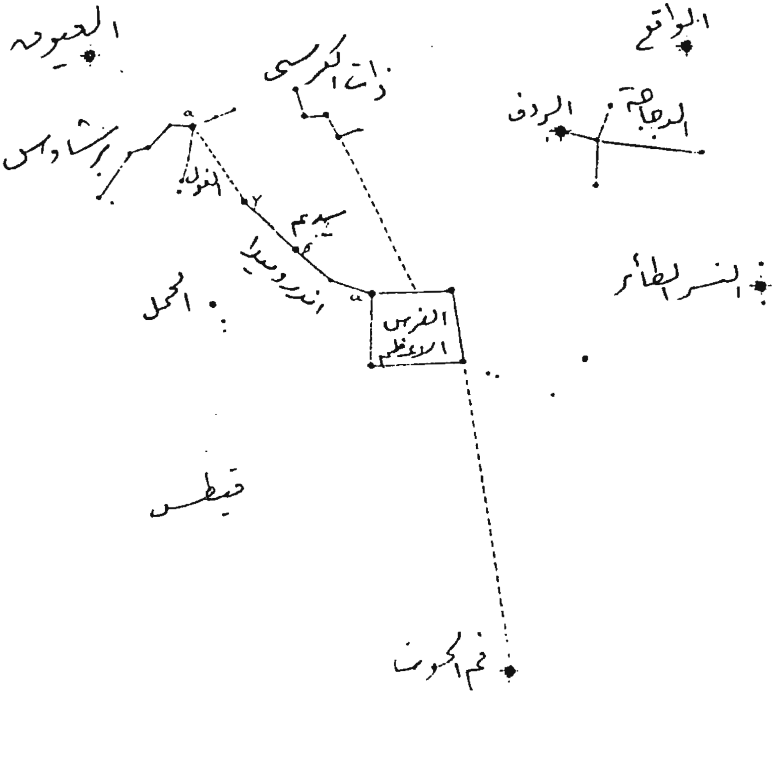
كوكبات من فصل الربيع الى الشمال الغربي يبدو الدب الأكبر والى الشرق منه يبدو العواء ثم الاكليل الشمالي. الى الجنوب الغربي الأسد وخلفه الى الشرق كوكبة العذراء.



من كوكبات الخريف الى الشمال الغربي يبدو النسر الواقع. مقابله الى الشرق العيوق. كوكبة الدجاجة جنوب الواقع والى شرقها ذات الكرسي والى الشرق ايضاً برشاوس. المربع وسط الحقل هو الفرس الأعظم. اندروميدا تمتد بينه وبين برشاوس.

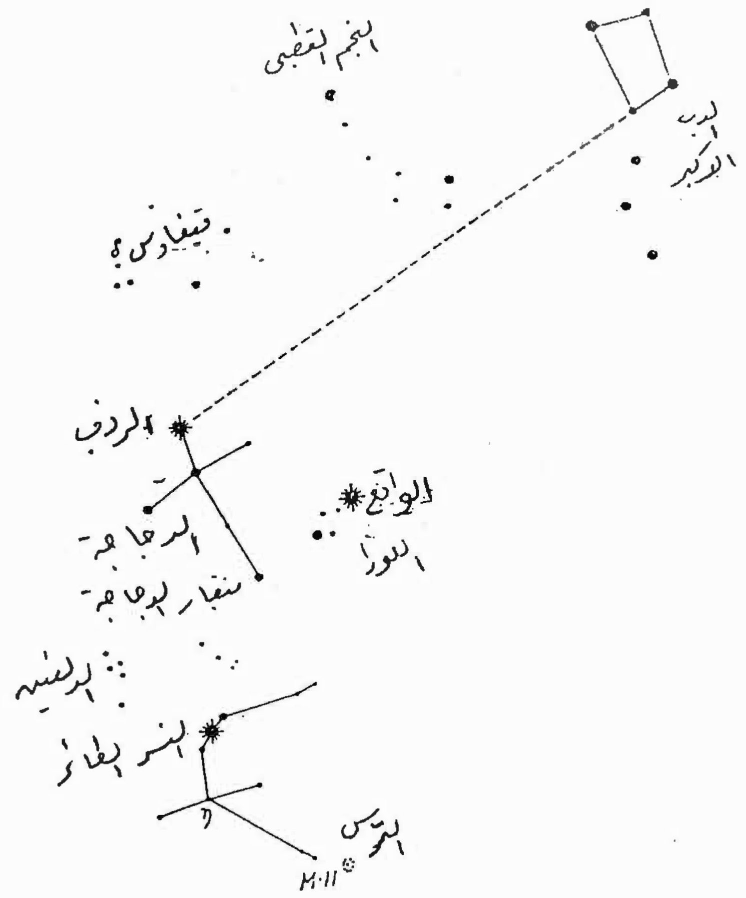
نجم فم الحوت هو في أقصى الجنوب في كوكبة الحوت الجنوبي.

مواضع الحمل والسمكتين وقيطس في القسم السفلي من الحقل.



من كوكبات الصيف

تظهر في الخريطة علاقة الدبين الأكبر والأصغر مع مثلث الصيف الكبير



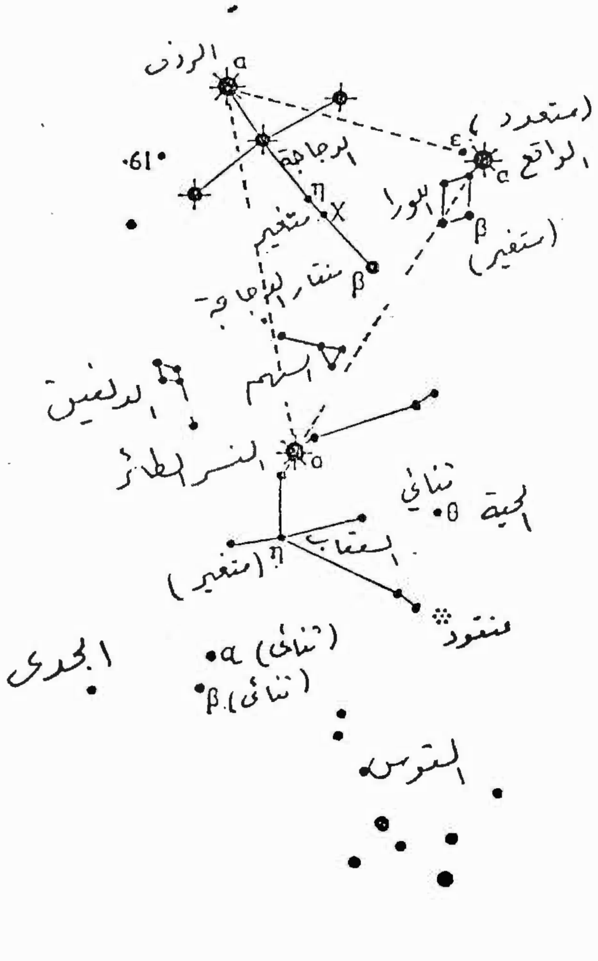
مثلث الصيف الكبير رؤوسه الثلاثة هي:

الفا الدجاجة وهي الردف عند العرب وفي الفلك الحديث (ذنب)

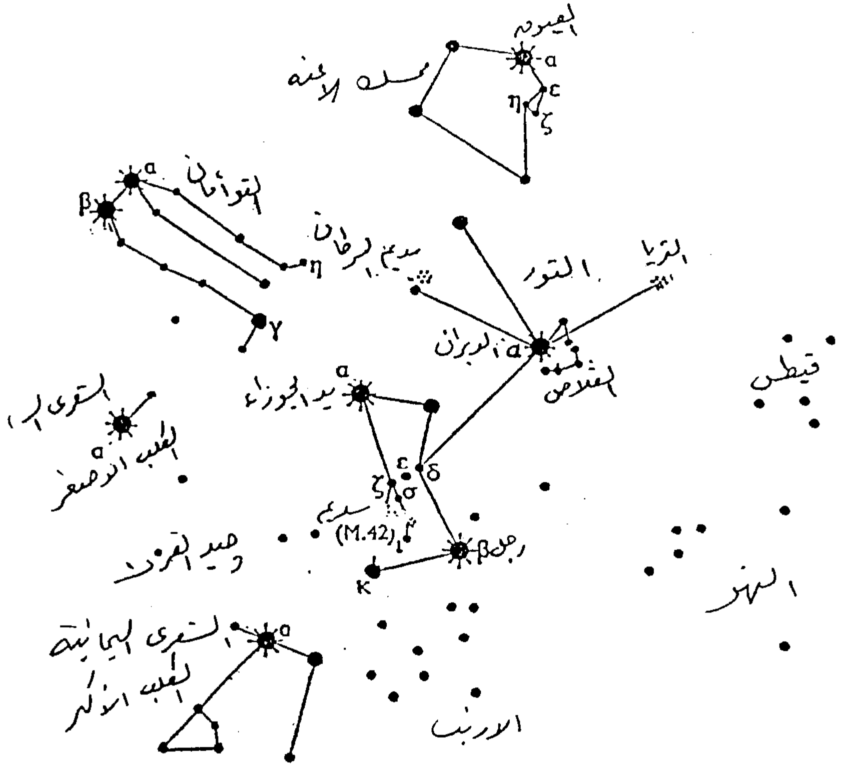
الفا اللورا: وهي النسر الواقع

الفا العقاب وهو النسر الطائر.

كوكبة الجدي الى الجنوب مباشرة من العقاب وكوكبة القوس الى الجنوب الغربي.



كوكبات الشتاء



الفصل الثامن

خطوط الميل: Declination

الكرة الأرضية في الجغرافية مقسّمة الى خطوط عرض وخطوط طول، نستدلّ منها على أي موقع فيها. وكذلك الكرة السماوية. وكلّ هذه الخطوط، سواء تلك التي على الأرض أم تلك التي في السماء هي خطوط وهمية توضع على الخرائط فقط لتعيّن الموقع الذي نريد. خطوط العرض الموجودة على الكرة الأرضية عندما توضع في السماء لا تسمّى بهذا الاسم، وانما تسمّى (خطوط الميل) وخطوط الطول في السماء تسمّى (خطوط الصعود المستقيم).

والواقع ان هذه الطريقة تسهّل على الفلكي أو الهاوي أوكلّ من يريد معرفة شيء في هذا الموضوع، أقول – تسهّل تعيين موقع أيّ جرم في الأسماء بتحديد الميل والصعود المستقيم. ودخولنا في مجالات القياسات في الفلك هو خطوة نثبت فيها أقدامنا في هذا العلم وتيسّر لنا الاهتداء الى ما فيه من أجرام.

ولكننا قبل ان ندرس هذه الاصطلاحات يجب علينا ان نعرف كيفية القياس الابتدائية باليدين والأصابع.

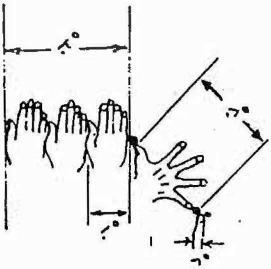
القياس باليد:

نعرف ان محيط الكرة يتكوّن من (٣٦٠) درجة. وبما اننا نرى القبة السماوية فوق رؤوسنا، وهي تغطي نصف كرة، لهذا فاننا نرى (١٨٠) درجة من السماء، هذا بالطبع إذا أخذنا خطّاً يبتديء من نقطة معينة من الأفق وسرنا به في خط منحن الى سمت الرأس ومددناه حتى الجهة المقابلة. لكننا إذا أردنا ان نعرف طول قسم ضئيل، من نجم الى آخر مثلاً، فكيف لنا ان نقدّر ذلك تقديراً قريباً من الصحيح؟

ان الفلكيين الهواة عادة يستعملون اليد والأصابع لهذا الغرض. ان عرض الأصبع يغطي درجتين تقريباً من السماء– إذا مددت يدك على أبعد مدى من عينيك وأنت تنظر الى اصبعك.

وكذلك (الشبر) – إذا مددت يدك الى أبعد مدى، فإنه يغطي عشرين درجة من طرف الابهام الى طرف الخنصر.

وراحة اليد، إذا كانت مفتوحة، فإنها بالاصابع الخمسة تغطي عشر درجات.



الاصبع ٢°
الشبر ٢٠°
راحة اليد خمس اصابع ١٠ درجات

خط عرض بلدك:

ما دمنا سندرس خطوط العرض في السماء التي تسمّى خطوط الميل، ألا ترى معي ان من الأصول أولاً ان نعرف خط عرض البلد الذي نعيش فيه؟ أنا شخصياً أعيش في عمان، وسأذهب لأستشير أي أطلس من الأطالس الجغرافية. ها أنا أجد انها تقع على خط عرض ٣١,٩ . وقد كنت قبل أكثر من عشرين عاماً أعيش في القدس وأرى انها في الأطلس الجغرافي تقع على خط عرض ٣١,٨ . ان مراجعة الأطلس الجغرافي طريقة سهلة لمعرفة خط عرض أي بلد.

ولكنك كهاوي فلك يجب ان تعرف كيف حصل الجغرافيون على خط العرض وأعطوك هذا الرقم. انهم في الحقيقة قد قاسوا ارتفاع القطب الفلكي الشمالي عن أفق البلد. وزاوية ارتفاع القطب الفلكي الشمالي عن الأفق في أيّ بلد هي خط عرض ذلك البلد.

وأنت تستطيع الآن في هذه المرحلة أن تقيس خط عرض بلدك بنفسك ما دمت قد أصبحت تعرف النجم القطبي.

ولن يضيرنا في هذه المرحلة الأولية في هذه القياسات ان نعتبر النجم القطبي بدل القطب الفلكي الشمالي، فقياساتنا لن تكون دقيقة جدّاً ما دمنا نستعمل اليد والأصابع. فالقصد هو أخذ فكرة تقريبية صحيحة عن الطريقة. ولكن هذا يجب ان لا ينسينا ان القطب الفلكي الشمالي يبعد حوالي درجة عن النجم القطبي الشمالي.

إذن حاول ان تقيس خط العرض الذي أنت فيه بنفسك، أي تقيس ارتفاع النجم القطبي عن الأفق. اختر بقعة من الأرض مستوية، بحيث يكون الأفق فيها على المستوى الذي أنت تقف فيه. قد يكون هذا الاختيار صعباً في عمان نفسها لأنها كلها جبال متعرجة. ولهذا عليك ان تخرج الى الضواحي. عيّن موقع النجم القطبي. والآن، لك أن تبدأ بالقياس براحة يدك وقد ضممت الأصابع الخمس بالقرب من بعضها. ضع أسفل الراحة بحيث يلامس الأفق، عيّن موضع أعلى الراحة بنجم من النجوم. وارفع الراحة مرة أخرى بحيث يكون أسفلها عند النجم الذي عيّنته. وكرر هذه العملية مرة ثالثة. إذا كانت قياساتك دقيقة فستجد ان أعلى راحة يدك في المرة الثالثة قد أصبحت قريبة من النجم القطبي. لا يبقى عليك لكي تصله الاّ مقدار اصبع واحد أي حوالي درجتين. فراحة اليد المضمومة بالاصابع الخمسة عندما تكون ممتدة تبلغ عشر درجات.

ويمكنك أن تبدأ القياس بالشبر. فالشبر عشرون درجة. فإذا قست شبراً من الأفق ثم وضعت فوقها راحة اليد تكون قد قست ثلاثين درجة.

عليك ان تحاول القيام بهذه التجربة مراراً لكي تعتاد على معرفة المسافات بين الأجرام السماوية معرفة تقريبية بدلاً من أن تكون محتاراً شبه ضائع.

غير اني أعود هنا لكي أؤكد القول بأن ذراعك يجب أن تكون ممدودة عند القياس براحة اليد أو بالشبر أو بالاصبع، ويجب ان تكون ممدودة الى أقصى ما تستطيع. وأرجو ان لا تظنّ بأن صاحب الشبر الطويل سيعطي قياساً يختلف عن صاحب الشبر القصير. فصاحب الشبر الطويل عادة يكون طويل القامة طويل الذراع ولهذا فإن شبره سيكون بعيداً عن عينيه نسبياً بحيث يعطي القياس نفسه.

خط الاستواء الفلكي:

ان خط الاستواء الفلكي هو المرجع الذي نعتمد عليه في قياسات الميل في القبّة السماوية. مثله

في ذلك مثل خط الاستواء الأرضي وأهميته في قياسات خطوط العرض. وخطوط الميل، مثل خطوط العرض، كلها موازية لخط الاستواء.

وخطوط الميل الواقعة الى شمال خط الاستواء الفلكي لا نقول عنها شمالية في الفلك وانما نعطيها علامة (+) أما خطوط الميل التي تقع الى جنوبي خط الاستواء الفلكي فلا نقول عنها جنوبية وانما نعطيها علامة (−). فالعلاقة الموضوعة قبل رقم خط الميل هي التي تقرر انه في شمالي خط الاستواء الفلكي أو في جنوبيه.

وخط الاستواء الفلكي هو في الواقع مسقط لخط الاستواء الأرضي على السماء. أي ان الواقف على خط الاستواء الأرضي يرى خط الاستواء الفلكي فوق رأسه، أوكما نقول في الفلك، في سمت رأسه. وأظن ان هذه الحقيقة ستكون الآن بديهية عند القارىء، لأننا عرفنا ان القطب الفلكي الشمالي في سمت رأس القطب الشمالي الأرضي. وبما ان كلا الخطين الاستوائيين يبعد عن قطبه (٩٠) درجة فيجب ان يكون أحدهما مسقطاً للآخر.

ولما كان خط الاستواء الفلكي بهذه الأهمية فعليك ان تعرفه الآن.

كيف تحدد خط الاستواء الفلكي:

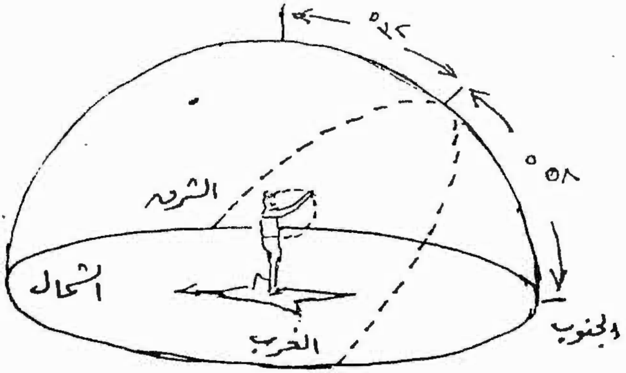
لنفرض اننا نريد ان نعرف خط الاستواء الفلكي ونحن في عمان. ارتفاع القطب الشمالي عن أفق عمان (خط العرض) يساوي (٣١,٩) درجة. ولنفرض انه (٣٢) درجة لسهولة الحساب.

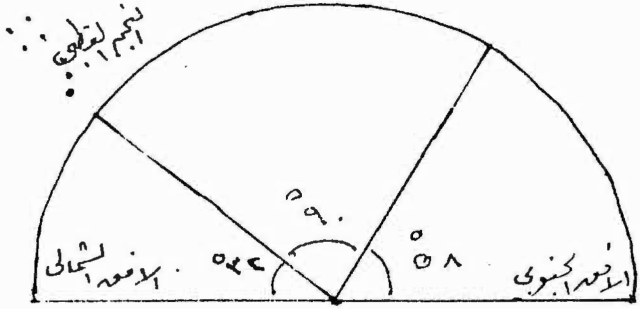
انظر الى النجم القطبي وحدد جهة الشمال بالضبط. ثم أدر ظهرك للشمال وحدد جهة الجنوب بالضبط بقدر الاستطاعة. على يمينك الآن جهة الغرب. حددها بشجرة أو بمئذنة أو بحافة بيت. ثم التفت الى يسارك حيث الشرق، وحدد نقطة في الأفق في هذه الجهة. ثم أعد الاتجاه شطر الجنوب تماماً. وقس نقطة في السماء ترتفع عن الأفق الجنوبي بمقدار (٥٨) درجة (٩٠ − ٣٢ = ٥٨) حدد هذه النقطة في السماء بنجم من النجوم. والآن مدّ ذراعك واصنع قوساً بين هذه النقاط الثلاث − طرفه نقطة الغرب وقمته النقطة المرتفعة (٥٨) درجة عن الجنوب والطرف الآخر نقطة الشرق.

إن هذا القوس الذي قمت برسمه على السماء هو خط الاستواء الفلكي. وأظنّ ان قياس (٥٨) درجة لم يعد صعباً عليك الآن. يمكنك ان تقيس ثلاثة أشبار ثم تنقص اصبعاً أو ان تتبع الطريقة التي تفضلها.

وستسألني الآن: لماذا اخترت لك الزاوية (٥٨) ونحن في عمان، ونحن نقوم بهذه العملية؟

ستجد الجواب على سؤالك في الشكلين المجاورين.





ان بين خط الاستواء والقطب (٩٠) درجة. والقطب الشمالي مرتفع عن القطب في عمان (٣٢) درجة. فإذا أضفنا الى الخط الذي يصل بيننا وبين القطب (٩٠) درجة يبقى في الناحية الجنوبية (٥٨) درجة.

ان معرفة خط الاستواء الفلكي هو ركيزة هامة في الانطلاق الى دراسة الفلك دراسة جادة. ومن الضروري ان تتعب نفسك قليلاً لكي تعرف موقعه في السماء بالنسبة لك، فهو جدير بهذه العناية.

الفصل التاسع

الصعود المستقيم

ان خطوط الصعود المستقيم تماثل خطوط الطول على الكرة الأرضية من حيث انها تمتد من القطب الى القطب. وتقسم الكرة السماوية نظرياً في اتجاهها الطولي، مثل اتجاهها العرضي الى (٣٦٠) درجة. ولكننا قبل أن نتحدث عنها علينا ان نفهم التعبيرين الفلكيين التاليين:

السمت:

وهي النقطة التي تكون فوق رأسك مباشرة في السماء. وبما انك ترى السماء مثل قبّة دائماً وأنت في وسطها، فالسمت اذن هو أعلى نقطة تبدو لك في هذه القبة. وإذا انتقلت من مكان لآخر، ولو لبضعة أمتار، فإن السمت يتغيّر موضعه أيضاً، من نقطة الى أخرى.

خط الزوال:

هو الخط الذي يبدأ من القطب الشمالي فيمرّ بسمت رأسك ويتجه الى القطب الجنوبي.

بعد أن نكون عرفنا هذين الاصطلاحين يمكن ان نستمرّ في الحديث.

تتقاطع خطوط الصعود المستقيم مع خطوط الميل عمودية عليها. ولهذا يمكن ان نكتب أرقاماً على خطوط الصعود المستقيم تدلّ على خطوط الميل كما يمكن ان نكتب أرقاماً على خطوط الميل تدلّ على الصعود المستقيم. وفي كثير من الخرائط الفلكية نجد أرقاماً على خط الاستواء الفلكي (الذي هو خط الميل الرئيسي) تعين موضع تقاطع خطوط الصعود المستقيم.

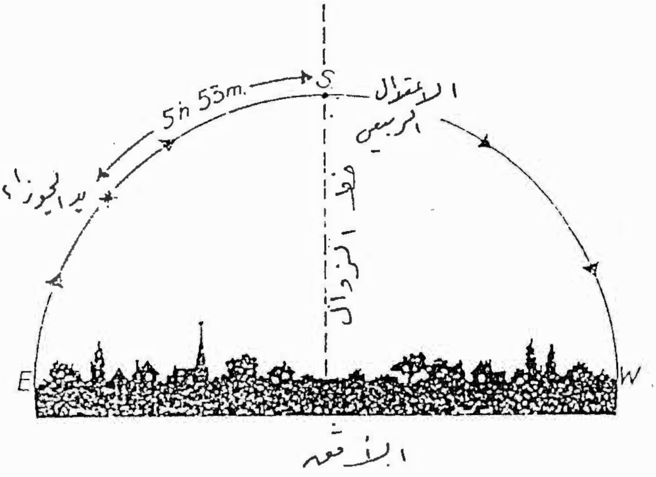
ولما كنا نرى ان السماء تدور فوق رؤوسنا كلّ يوم دورة واحدة، لهذا فإن خطوط الصعود المستقيم كلّها تمرّ فوق رؤوسنا كلّ يوم مرة واحدة.

وما دام الأمر كذلك. فمن أي خط من هذه الخطوط نبدأ؟

كانت القضية في خطوط الطول على الكرة الأرضية أبسط بكثير. فهناك أماكن ثابتة نستطيع أن نبدأ منها. وقد اتفق الفلكيون في القرن التاسع عشر ان يبدأوا خط الطول من جرينتش (بالقرب من لندن) ويجعلوها نقطة الصفر. ولا يزال هذا التقسيم سارياً حتى الآن مبتدئاً من هذه النقطة الثابتة.

لكن خطوط الصعود المستقيم كلها متشابهة، وكلها تدور حولنا في يوم واحد (ظاهرياً طبعاً). فمن أين نبدأ؟ هل هناك خط مميّز نبدأ منه؟

غير ان كلّ صاحب صنعة يجد حلاً للمشاكل التي تعترضه. وقد اتفق الفلكيون منذ عهد بطليموس (القرن الثاني بعد الميلاد) على ان يعتبروا نقطة الاعتدال الربيعي هي نقطة الصفر.



الصعود المستقيم:

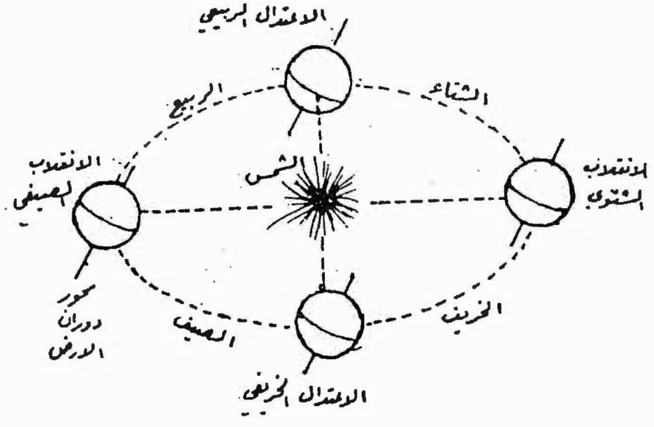
الصعود المستقيم لأي جسم هو الفرق بين مرور نقطة الاعتدال الربيعي على خط الزوال ومرور الجسم على خط الزوال. وفي الشكل يرى ان نقطة الاعتدال الربيعي على خط زوال القاريء. وهي هنا الى الجنوب مباشرة على افتراض ان القاريء في النصف الشمالي من الكرة الأرضية. ويرى نجم يد الجوزاء وقد أشرق. وهو يحتاج ٥ ساعات و٥٣ دقيقة ليصل الى خط زوال القاريء. اذن فالصعود المستقيم ليد الجوزاء هو ٥ ساعات و٥٣ دقيقة.

نقطة الاعتدال الربيعي
ومدار البروج

إني أفترض أنك أصبحت الآن تعرف خط الاستواء الفلكي معرفة جيدة. ونحن إذا ما أردنا أن نراقب الشمس مثلاً، فإننا لا نراها تسير على هذا الخط، بل نراها ترتفع عنه أحياناً وتنخفض أحياناً أخرى.

إن الأرض ينحرف محورها عن مستوى مدارها بمقدار (٢٣,٥) درجة. وبسبب هذا الانحراف فإن القاطنين عليها، في أثناء دورتها السنوية حول الشمس، يرون ان الشمس ترتفع وتنخفض في سمائهم. فمرة هي شمالي خط الاستواء ومرة هي جنوبيه. (أنظر الشكل ٩:١)

شكل (٩:١)



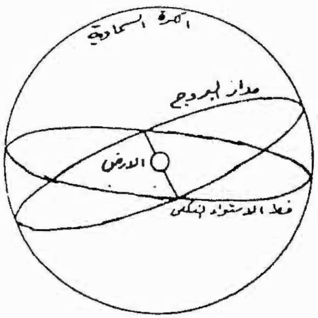
ونحن نرى الشمس تسير في السماء في خط دقيق يعرفه الفلكيون تمام المعرفة، وهي لا تحيد عنه قيد أنملة. هذا الخط يسمّونه في الفلك (مدار البروج).

ونظراً لميلان محور الأرض – كما قلت وكما يبدو في الشكل – فإننا نرى مدار البروج يرتفع وينخفض في سمائنا. فهو في الصيف – أي صيف النصف الشمالي من الكرة الأرضية – يكون مرتفعاً

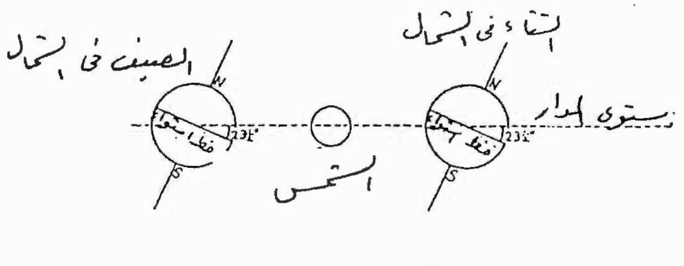
عن خط الاستواء الفلكي، وفي شتائنا يكون أسفل منه.

والواقع ان مدار البروج يتقاطع مع خط الاستواء الفلكي مرتين كل سنة.

أنظر شكل (٩:٢)

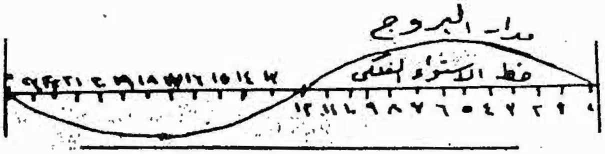


شكل (٩:٢)
يتقاطع مدار البروج مع خط الاستواء الفلكي مرتين كلّ سنة



الفصــول

ونستطيع أن نعبّر عن هذه الحقيقة بشكل آخر، وذلك بأن نرسم خط الاستواء الفلكي من طرفه الى الطرف الآخر على شكل خط مستقيم ونرسم عليه مسيرة مدار البروج. كما في الشكل (٣:٩)



شكل (٣:٩)
خط الاستواء الفلكي وكيف يتقاطع مع مدار البروج

والشمس في مسيرتها في مدار البروج (الظاهرية طبعاً) في الساعة الثامنة من العشرين من آذار تقطع خط الاستواء الفلكي صاعدة الى أعلى. وبهذا يكون ٢١ آذار هو أول يوم من أيام الربيع. هذه النقطة التي تم فيها التقاطع هي نقطة الصفر في الصعود المستقيم. وتسمّى نقطة الاعتدال الربيعي. وتعرف عند الملاحين في البحر (بنقطة الحمل الأولى). والسبب في ذلك هو أن هذا التقاطع كان يحدث في العصور الوسطى عندما تكون الشمس في برج الحمل. ومن هنا كان التنجيم– ولا يزال – يعتبر ان الحمل هو أول برج من الأبراج.

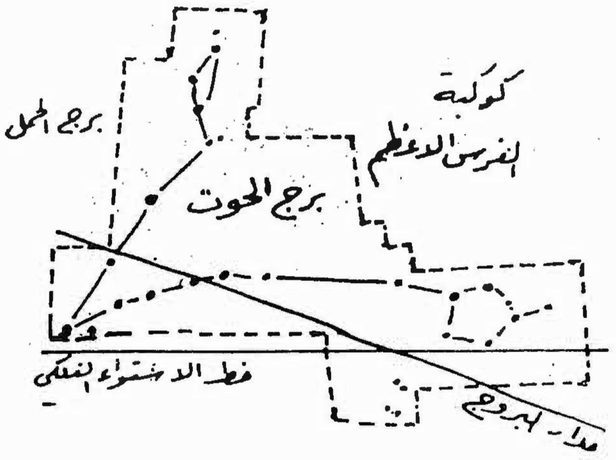
غير أن نقطة التقاطع هذه تتقدم ببطء شديد الى الغرب، وهي تمكث في كلّ برج حوالي الفي سنة. وقد أصبحت الآن في برج الحوت.

فنقطة الاعتدال الربيعي اذن، هي في عصرنا هذا، في برج الحوت، وفي بقعة من السماء خالية من النجوم البراقة. ونقطة الصفر في خطوط الصعود المستقيم تبدأ منها. أنظر شكل (٩ : ٤).

ومع ان خطوط الصعود المستقيم تلفّ حول الكرة الأرضية فتغطي (٣٦٠) درجة، الاّ أن الفلكيين عادة لا يسمّونها بالدرجات، انما يسمّونها بالساعات والدقائق والثواني. فمحيط الكرة السماوية يقسمونه الى (٢٤) ساعة. ويبدأ العدّ من نقطة الاعتدال الربيعي الى الشرق أي الى يسار

الراصد حتى يكمل دورة واحدة، فيكون قد قطع (٢٤) ساعة. وعندما يصل بنا العدّ الى ٢٣ درجة و٥٩ دقيقة ننتقل الى الساعة (صفر) التي هي نقطة الاعتدال الربيعي التي ابتدأنا منها.

شكل (٩:٤)



وما دامت خطوط الصعود المستقيم تقرأ بالساعات والدقائق والثواني فعلينا أن نفهم ان الساعة تعادل خمس عشرة درجة.

وإذا عرفنا ان هذا الترقيم يسير من الغرب الى الشرق أصبح من السهل ان نعرف خط الصعود المستقيم لكل جرم في السماء. فالشعرى اليمانية تقع على الساعة ٦ والدقيقة ٤٣، والنسر واقع على الساعة ١٨ والدقيقة ٣٥ .. وهكذا....

وإذا أعطيت رقم الصعود المستقيم لأي نجم فإنك ستعرف في أي خريطة من الخرائط ستفتش عليه: في خرائط الصيف أم الخريف أم الشتاء أم الربيع. أما إذا أعطيت رقم الميل أيضاً فيجب أن تعرف موقعه الصحيح على الخريطة بكل سهولة.

ومن الناحية التطبيقية، عليك أن تذكر دائماً ان خط الزوال الذي يمرّ فوق سمت رأسك هو أحد خطوط الصعود المستقيم.

الفصل العاشر

نطاق البروج

إذا كان خط الاستواء الفلكي هو المرجع الرئيسي الذي ننطلق منه في قياساتنا، فإن مدار البروج هو أكثر خط تدور أنظارنا حوله إذا رحنا نرصد الشمس والقمر والكواكب السيارة. فحول هذا الخط يرى الراصدون الكواكب المشرقة أيام تألقها ويرون القمر في أوجهه ويشاهدون الخسوف والكسوف.

وقد أصبحنا نعرف الآن ان مدار البروج يتقاطع مع خط الاستواء الفلكي مرتين كلّ سنة، يقطعه صاعداً في مساء ٢٠ نيسان (ابريل) في نقطة الاعتدال الربيعي التي تقع الآن في برج السمكتين (أو الحوت) والتي تحمل رقماً في الصعود المستقيم قدره (صفر). ويقطعه نازلاً الى الجنوب في برج العذراء في ٢٣ ايلول (سبتمبر) في خط الصعود المستقيم ورقمه ١٢ ساعة. وتسمى هذه النقطة بنقطة الاعتدال الخريفي.

وإذا نظرنا الى الشكل (٩ : ٣) في الفصل السابق نجد ان مدار البروج يبلغ أكبر ارتفاع له عن خط الاستواء الفلكي في الساعة السادسة من خطوط الصعود المستقيم. والشمس تكون في هذه النقطة في ٢١ حزيران (يونيو). ومنها يبدأ الصيف. وتسمّى بناء على ذلك نقطة (الانقلاب الصيفي).

وبالمثل، ففي الساعة ١٨ من خطوط الصعود المستقيم نجد ان مدار البروج يكون في أسفل نقطة له من خط الاستواء الفلكي. والشمس تكون في هذه النقطة في ٢٢ كانون الأول (ديسمبر) ومنها يبدأ فصل الشتاء، وتسمّى نقطة (الانقلاب الشتوي).

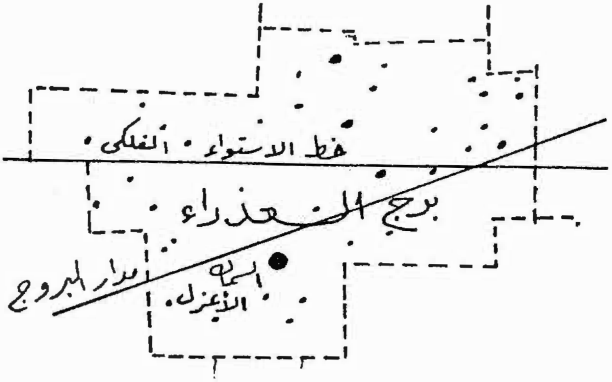
ومدار البروج – كما قلت سابقاً – هو الخط الذي تسير فيه الشمس (ظاهرياً) في السماء. وهو يتخذ هذا الشكل المتمايل نظراً لانحراف الأرض في أثناء دورانها حول الشمس، هذا الانحراف الذي يبلغ ٢٣,٥ درجة عن مستوى مدراها.

ولما كانت الكواكب السيارة التي تدور حول الشمس تسير في مدارات على المستوى نفسه (تقريباً)، بما في ذلك الأرض، لهذا فإننا نرى الكواكب السيارة تسير في السماء حول مدار البروج. وهي تقطعه الى أعلى أو الى أسفل، لكن ضمن نطاق معين لا تحيد عنه.

ان هذا النطاق الذي يحيط بمدار البروج من ناحيته، الشمالية والجنوبية، والذي يبلغ عرضه حوالي ١٦ درجة – ثمان منها فوق المدار وثمان منها تحته – يسمّى (نطاق البروج)

شكل (١٠ : ١)

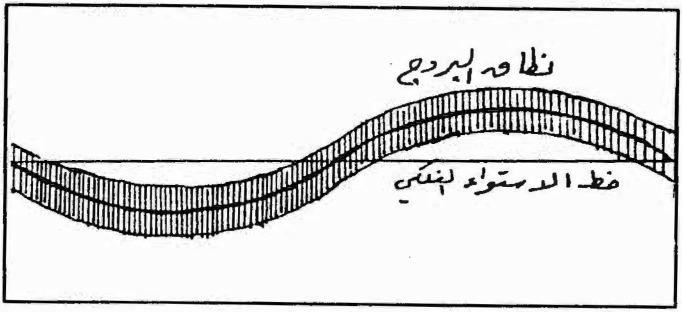
نقطة الاعتدال الخريفي في كوكبة العذراء



شكل (١٠ : ٢)

نطاق البروج وكيف يتقاطع مع خط الاستواء

الخط في وسط النطاق هو مدار البروج



وتعود أهمية نطاق البروج في الحقيقة الى ان الأجرام التي نراها تتحرك في السماء ما بين الكواكب الثابتة (النجوم) – هذه الأجرام تتحرك فيه ولا تحيد عنه – اللهمّ الاّ – الكوكب بلوتو والأقمار الصناعية. فالشمس تسير في وسطه تماماً على خط مدار البروج والقمر يتحرك ضمن حدوده، وكذلك الكواكب السيارة الأخرى – عطارد والزهرة والمريخ والمشتري واورانوس ونبتون.

كيف جاءت كلمة البروج في المدار والنطاق؟

ان مدار البروج وحوله نطاق البروج يمرّان في اثنتي عشرة كوكبة من الصور السماوية. وهذه الكوكبات تسمّى بروجاً في علم التنجيم مع انها في الواقع لا تختلف عن الكوكبات السماوية الأخرى الاّ بمرور مدار البروج ونطاق البروج فيها.

ويعود سبب هذه التسمية الى التنجيم. في العصور الوسطى ازدهر علم التنجيم ازدهاراً شديداً. كان الناس في العصور القديمة يرون أجراماً سماوية تتحرك في السماء بين النجوم الثوابت. وقد عرفوا منها عطارد والزهرة والمريخ والمشتري وزحل. رأى البابليون ان هذه الأجرام تتقمّص روح الآلهة. وجاء بعدهم الأغريق فرأوا انها هي الآلهة نفسها.

وانتقلت هذه القداسة منهم الى الرومان. وأصبح لهذه الأجرام قداسة كبيرة. وراح الناس يعتقدون بأن لها أثراً على مصير الانسان ومستقبله. ولما جاء الاسلام وكان يحرّم عبادة النجوم، أخذ الحكام يعتقدون بأثرها على الانسان دون ان يضعوها في مرتبة التأليه. وازدهر التنجيم على الرغم من ان الحديث الشريف يقول «كذب المنجمون ولو صدقوا». وأخذ الخلفاء والملوك والأمراء، في العالم الاسلامي وفي أوروبا، يأتون بالعلماء الكبار لكي يكونوا منجمين لديهم. والحقّ يقال ان للتنجيم فضلاً كبيراً على نشوء علم الفلك وازدهاره في العصور الوسطى. إذ أخذ هؤلاء العلماء يضعون أسس علم الفلك الحديث. وقد نعجب عندما نعرف ان بعض هؤلاء العلماء الكبار كانوا يكتبون الطوالع للملوك والأمراء. حتى (كبلر) نفسه، في القرن السابع عشر ساهم في كتابتها.

مهما يكن من أمر، فقد عرف الأقدمون ان هذه الأجرام تمرّ في نطاق معين في السماء لا تحيد عنه. وقد استطاعوا ان يقسموا النجوم الثابتة في هذا النطاق الى اثنتي عشرة صورة. وهذه الكوكبات التي تمرّ فيها الأجرام المقدسة وتمكث فيها أوقاتاً مختلفة، يجب أن يكون لها شيء من القداسة أيضاً. وأصبح في مفهوم ذلك الزمان لها أثر على مصير الانسان على الأرض. ونتيجة لذلك فإن هذه الكوكبات يجب أن تميّز عن غيرها من الكوكبات السماوية وان تعطى أسماء ضخمة خاصة بها.

وهكذا أطلقوا على كلّ كوكبة من هذه الكواكب اسم (برج)

وأصبح لدينا في السماء اثنا عشر برجاً.

ولما كان مدار البروج يتقاطع مع خط الاستواء الفلكي في كوكبة (الحمل) حين يبدأ الربيع (الاعتدال الربيعي) فقد اعتبروا ان الحمل هو البرج الأول في الأبراج، وتليه بعد ذلك الأبراج الأخرى بحسب مرور الكواكب السيارة فيها – ويكون ترتيبها بناء على ذلك – الحمل، الثور، التوأمان، السرطان، الأسد، العذراء، الميزان، العقرب، القوس، الجدي، الدلو، وأخيراً الحوت أو السمكتان.

ومع ان نقطة الاعتدال الربيعي قد أصبحت الآن في برج الحوت الاّ ان التنجيم لا يزال يعتبر ان الحمل هو البرج الأول.

على أية حال، فإن التنجيم لا يعتبر الآن علماً فقد انفصل عن الفلك منذ أمد بعيد. لكنه ترك أثره على الفلك في عديد من التسميات، والتنجيم هو الذي جعل الملوك والأمراء يشتجعون دراسة الفلك بسببه. غير انه أصبح الآن بعيداً عن الفلك وعن العلم كله، وليس لنا ان نتدخل فيه.

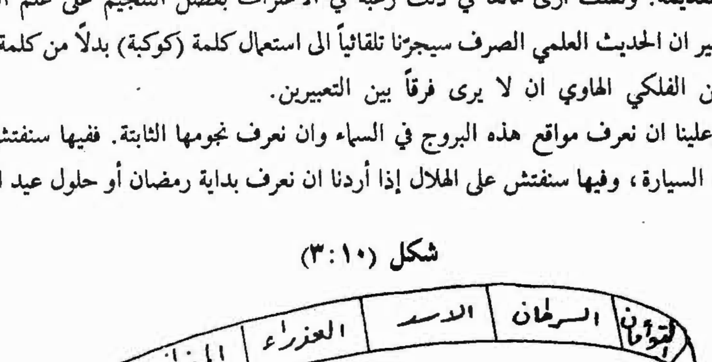
البروج:

مع انك أصبحت الآن تعرف ان البروج ما هي الاّ كوكبات تقع ضمن نطاق البروج، وانه لا توجد مميزة تميّزها عن الكوكبات الأخرى في أرجاء السماء، الاّ انني أحياناً اسمّيها بروجاً احتراماً للتقاليد القديمة. ولست أرى مانعاً في ذلك رغبة في الاعتراف بفضل التنجيم على علم الفلك.

غير ان الحديث العلمي الصرف سيجرّنا تلقائياً الى استعمال كلمة (كوكبة) بدلاً من كلمة برج. وأرجو من الفلكي الهاوي ان لا يرى فرقاً بين التعبيرين.

وعلينا ان نعرف مواقع هذه البروج في السماء وان نعرف نجومها الثابتة. ففيها سنفتش عن الكواكب السيارة، وفيها سنفتش على الهلال إذا أردنا ان نعرف بداية رمضان أو حلول عيد الفطر.

شكل (١٠:٣)



ان ستة من الأبراج دائماً تكون في الشمال من خط الاستواء الفلكي، وستة منها الى الجنوب منه. الستة الشمالية هي – نصف برج الحوت والحمل والثور والتوأمان والسرطان والأسد ونصف برج العذراء. والستة الجنوبية هي – نصف برج العذراء والميزان والعقرب والقوس والجدي والدلو ونصف برج الحوت. شكل (١٠ : ٣).

وبالاضافة الى ذلك فأنت لا تستطيع ان ترىّ في السماء غير ستة في آن واحد. والأبراج الستة الأخرى ستكون مختفية وراء الأفق في نصف الكرة المختفي.

وبعض هذه الأبراج تتكون من نجوم لامعة براقة تجعلك تهتديْ اليها بسهولة مثل الثور والتوأمين والأسد والعقرب والقوس، وبعضها يتكون من نجوم خافتة لا تكاد تبين، ولا تستطيع أن تراها الاّ في الليالي الحالكة الظلام الشديدة الصفاء، مثل السرطان والدلو والحوت.

وقبل أن أختم هذا الفصل أود أن ألفت انتباه القارىء الى الحقيقة التالية:

ان البروج المذكورة تغطي معظم نطاق البروج. لكن هناك ثغرة صغيرة بين الميزان والعقرب تدخل فيها كوكبة الحوّاء بطرفها الجنوبي بحسب التقسيم الحديث للكوكبات. في هذه الثغرة نجد ان مدار البروج يمرّ في القسم الأسفل من الحواء. أرجو من الهاوي ان لا يستغرب إذا كان يفتش على كوكب سيار ورأى في التنبؤات الفلكية ان ذلك الكوكب في الحواء التي ليست من البروج.

الفصل الحادي عشر

الآلات البصرية في الرصد

إذا أردت أن تكون هاوياً حقّاً فيجب أن تعرف ان آلة الرصد الأولى هي عينك. فهي معك في كلّ مكان وزمان وتستطيع ان تستعملها في كلّ حين.

ان الفلك هواية مثل كلّ الهوايات الجادّة الأخرى، تحتاج قبل كلّ شيء الى تثبيت أقدام الهاوي في أصول الهواية التي هو مقدم عليها. وتثبيت الأقدام في مرحلتنا هذه لا يكون الاّ بالعين المجردة. فعلى الهاوي ان يعرف النجوم الثوابت والكوكبات التي تتشكّل منها وكيفية دوران السماء، وموعد ظهور هذه الكوكبة أو تلك. وهذه كلها لا تحتاج الاّ الى العين المجردة. أما الذين يتلهفون الى رؤية الأجرام السماوية في عدسة المرقب دون أن يثبتوا أقدامهم في هذا العلم، فهم يصابون عادة بخيبة أمل مريرة ويجدون أنفسهم انهم قد انصرفوا عنه هذه الهواية دون رجعة اليها. ومثلهم في ذلك مثل الذي يريد ان يعلّق ثريّا في سقف بيت قبل ان يضع أساس البيت ويرفع الجدران ويعقد السقف. والى هؤلاء المتلهفين المستعجلين أقول – انهم إذا كانوا يتلهفون لرؤية منظر جميل من مناظر السماء في المرقب، فليذهبوا الى هاو جادّ ويطلبوا إليه ان يريهم ما يريدون، وهم بذلك لا يخسرون مالاً ولا وقتاً ويبقون على اعجابهم بهذا العلم ومحبتهم له، ولعلهم ذات يوم يكونون من الهواة.

أما الهاوي الجاد، فإنه بعد أن يكون قد ألمّ بالفصول التي مرّت في هذا الكتاب، وعرف الأصول التي ذكرتها معرفة جيدة أو على الأقل معرفة لا بأس بها فإنه يحق له الآن أن يفكر في استعمال الأدوات البصرية التي تكبّر له الأجرام وتطلعه على الخفايا التي لم تكن تظهر بالعين.

واستعماله لهذه الأدوات يجب أن لا يكون هدفاً بحدّ ذاته لمجرد النظر الى هذا الجرم والتمتع بجماله، وانما يجب ان يكون مساعداً له في الاطار العام لمفهومه عن الفلك. وإذا كان هذا هو الهدف فإن الهاوي يكون بحاجة ال تكبير بسيط أول الأمر، وهذا يحقّقه بالمنظار المزدوج العينية (الدربيل) ومن ثم ينتقل الى المرقب الذي يعطيه مزيداً من التكبير.

والشيء البديهيّ الذي يطمح اليه الهاوي في البداية هو التكبير. وهذا أمر طبيعي في كل انسان يريد ان يرى الأجرام السماوية. غير انه سيكتشف ان هذا غير صحيح، وفي حالات كثيرة يكون التكبير البسيط هو الأنسب.

وهناك حقيقة ستعرفها بعد تجربتك في الرصد، وهي ان التكبير الشديد يعطيك حقلاً صغيراً للنظر، فلا ترى الّا بقعة صغيرة جدّاً من السماء، تصغر كلما زاد التكبير. بينما تستطيع في المنظار المزدوج العينية ان ترى كوكبة كاملة أحياناً، إذا كانت الكوكبة صغيرة.

والآلات التي يحسن ان تبتدىء بها في الرصد هي:

(١) المنظار المزدوج العينية.

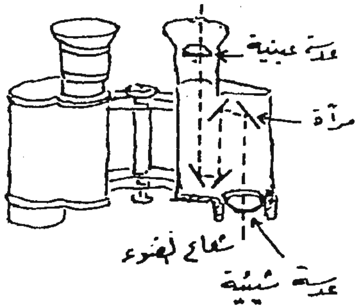
(٢) المرقب بنوعيه: الكاسر والعاكس.

الفصل الثاني عشر

المنظار

ويسمّى في بلادنا (الدربيل) ويخيل اليّ انه اسم تركي. ويمتاز عادة بإمكانية حمله بسهولة والتنقل به. ولهذا فهو يستعمل في الرحلات.

وشعاع الضوء الداخل فيه من العدسة الشيئية ينعكس على مرايا حتى يصل الى العدسة العينية. هذا المسار الطويل لأشعة الضوء هو الذي يغنينا عن أنبوب طويل يصعب حمله. وإذا قرأت في كتاب آخر ان الضوء داخل المنظار ينعكس عن منشور زجاجي بدل المرآة، فهذا صحيح. فالمرائي في داخله على شكل مناشير لسهولة تثبيتها في الأنبوب ولكن عملها هو ان تعكس الضوء، أي عمل مرآة فقط. انظر (١٢ : ١).



الشكل (١٢ : ١)

ويتكوّن المنظار من قطعتين متماثلتين، متصلتين بمفصل ينحني بينهما بحيث يبعد المسافة بين العدستين العينيتين ويقرّبها لكي تتلاءما مع عيني المشاهد. ويجري تضبيط البؤرة ببرغيّ واقع على

المفصل، إذا حرّكته يحرّك العدستين العينيتين معاً. وهناك أنواع يجري تضبيط البؤرة بتحريك العدسة العينية نفسها. وأنت في الحالة الأخيرة تحتاج الى تضبيط كلّ عدسة على حدة.

وستجد دائماً على كلّ منظار رقمين بينهما علامة ضرب. مثلاً – ٨ × ٣٠ أو ١٠ × ٥٠ . ان الرقم الأول يدّل على تكبير المنظار. فالرقم ٨ يدّل على تكبير ٨ مرات والرقم ١٠ يدّل على تكبير ١٠ مرات وهكذا. أما الرقم الثاني فهو يدّل على قطر العدسة الشيئية بالميلليمترات. وبناء على ذلك فإن ٣٠ تعني ان قطر العدسة الشيئية في المنظار هي ٣٠ ميلليمترا أي ٣ سنتمترات، والرقم ٥٠ يعني ان قطرها ٥٠ ميلليمترا الى ٥ سنتمترات.

وإذا كان لك الخيار بين عدة مناظير عند بائع، فاختر المنظار ذا العدسة الشيئية الكبيرة. فهي التي تجمع الضوء لك. ولا تحاول ان تركّز اهتمامك على التكبير. فالتكبير في المنظار يكون عادة مقترنا بثبات المنظر أمامك. وأنت في الواقع تستطيع ان تمسك بالمنظار ثابتاً حتى التكبير ١٠ . وإذا خطر ببالك ان تشتري تكبير عشرين مرة فمن الصعب ان ترى فيه صورة ثابتة. وسيكون الاهتزاز في الصورة شديداً الّا إذا حاولت تثبيته بطريقة من الطرق. فإذا كنت تريد ان ترى فيه أشياء على الأرض يمكنك انت تثبته على كرسي أو منضدة. أما إذا كنت سترفعه لترى فيه السماء فعليك ان تشتري له حاملاً ذا ثلاث قوائم تثبته عليه.

التكبير في المنظار من ٧ – ١٠ هو الشيء العملي. وإذا كنت تشعر بأنك بحاجة الى تكبير أكثر فاترك المناظير كلها وانتقل الى المرقب.

ولا يمكن اعطاء حكم على صلاحية المنظار الّا بعد تجربته. وعندما تريد ان تشتري واحداً فمن الأفضل ان تشترط على البائع ان تجربه في الليل، فإذا وجدت فيه عيباً أعدته في اليوم التالي.

وتتميّز المناظير بأنها تعطيك صورة قائمة للاشياء كما تراها بعينيك. أما المراقب فإنها تعطيك الصورة مقلوبة رأساً على عقب. فإذا كنت تنظر الى شجرة فإنك ترى جذعها الى أعلى وأغصانها ممتدة الى أسفل ويكون اليسار فيها يميناً واليمين يساراً.

الرصد بالمنظار:

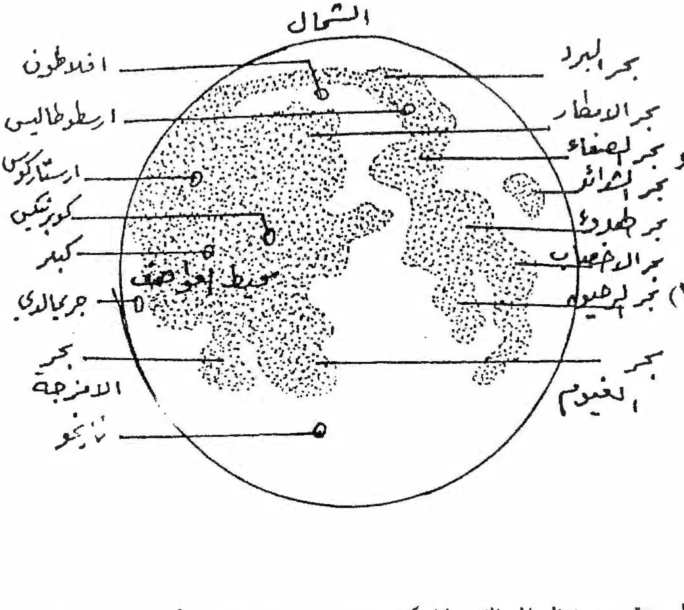
ان أي شكل من أشكال الرصد يحتاج الى أطلس، حتى الرصد بالعين المجردة. وميزة الأطالس الفلكية انها تضع خطوط الميل وخطوط الصعود المستقيم. وأنت بهذين الرقمين تستطيع ان تهتدي الى أي جرم في السماء. والخرائط التي قدمتها لك حتى الآن خالية من هذين الرقمين.

وما دام رصد السماء يجري في الليل ، فعليك أن تعرف أنّ حدقة العين بعد أن تترك النور وتأتي الى الظلام بقصد الرصد تبدأ بالاتساع. أي ان بؤبؤ العين يتّسع في الظلام ويتقلص أو يضيق في النور. أنت تحتاج الى حوالي عشر دقائق حتى تتكيف عيناك للظلام. فإذا اصطحبت معك خريطة أو أطلس وأردت أن تنظر فيه لتتابع الرصد، فليكن لديك مصباح يد صغير ببطارية على أن تكون قد غطيت ضوءه بورقة سيلوفان حمراء أو أن تكون زجاجته ذات لون أحمر بحيث يعطيك ضوءاً أحمر. ان الضوء الأحمر لا يجعل البؤبؤ يتقلص. ويمكنك ان تقرأ عليه براحتك. أما إذا استعملت ضوءاً عادياً فإن البؤبؤ يتقلص وعليك الانتظار حوالي عشر دقائق أخرى حتى يعود الى طبيعته.

وإذا كنت قد نويت على الرصد، فاختر مكاناً بعيداً عن الأنوار وحاول ان لا ترصد في الليالي التي يكون فيها القمر طاغياً بنوره على السماء.

ومن الأشياء التي يمكن ان ترصدها حالما تحصل على منظار أذكر لك بعض الأمثال:

القمر:



القمر كما يبدو في المنظار

شكل (٢:١٢)

كنت بالعين المجردة حين تنظر الى القمر لا تكاد تفرّق بين بقاع داكنة وأخرى براقة. لكنه بالمنظار يبدأ يظهر لك بحدود تكاد تكون واضحة بين هذه المعالم. البقاع الداكنة تسمّى بحاراً مع اننا نعرف الآن ان ليس في القمر ماء. وانما نشأت هذه الاسماء في القرن السابع عشر، بعد اختراع

المرقب، حين أخذ العلماء يرصدونه ويرسمون خريطته، وقد ظنوا عندئذ البقاع الداكنة بحاراً.

والقمر مليء بالفوّهات وترى الفوّهات الكبيرة منها بالمنظار.

ولا تأمل ان ترى أمام عينيك كرة ضخمة، لكنك سترى كرة واضحة. فقطر القمر يبلغ نصف درجة، ان عرض اصبعك يغطّي أربعة أقمار.

وليست أحسن الأوقات لرصد القمر عندما يكون بدراً، لأن هناك أشعة تمتدّ من بعض الفوهات خاصة فوّهة تايخو، فتعطي سطح القمر بريقاً لا يجعلك ترى الكثير من التفاصيل. غير ان البدر يعطيك فكرة عن البحار وترتيبها، وتكاد تكون كلها متصلة ببعضها ما عدا بحر الشدائد في القسم الشمالي الغربي.

أنظر الى الشكل (١٢ : ٢) وإذا كانت لديك خريطة للقمر مأخوذة بالمرقب، فلا تبدأ بالمقارنة بينهما الاّ بعد ان تدير احداهما رأساً على عقب. فصورة المرقب دائماً مقلوبة والشمال الى أسفل.

وأحسن وقت لمراقبة القمر في تفاصيله الطبوغرافية هو في الربع الأول والربع الأخير. سترى ظلاً ترميه الشمس للجبال وحوافّ الفوهات.

المجرة أو نهر المجرة:

إذا كان ضوء القمر طاغياً على صفحة السماء فإنك لن تستمتع برؤية نهر المجرة. لكن إذا كان الظلام دامسا والسماء صافية فسيكون نهر المجرة ظاهراً للعيان ولن تحتاج الى أن أدلّك عليه. انه خط عريض من النور الباهت يلفّ حول الكرة السماوية تصنعه نجوم غفيرة العدد تقدّر بمائة الف مليون نجم. وهذه النجوم، لأبعادها السحيقة وغزارتها تعطينا هذا الضوء الخافت الممتد على شكل نهر. وهو يعرض أحياناً ويضيق أحياناً أخرى وينقسم في مواضع ويشكل شبه جزر في مواضع أخرى.

وهو في شمالي خط الاستواء الفلكي أشدّ لمعاناً عند كوكبتي (الدجاجة) و(العقاب)، وفي جنوبي خط الاستواء الفلكي هو أشدّ لمعاناً عند كوكبتي (العقرب) و(الرامي)، وتجد في المنظار ان هذا الضوء الباهت الصادر عن المجرة يبدأ يظهر لك على انه نجوم عديدة لا حصر لها.

الثريا: (M45)

موقعها: الميل ٢٤ + صعود مستقيم الساعة ٣,٧
أشهر عناقيد النجوم المفتوحة، في كوكبة الثور. ابحث عن نجم (الدبران) الذي هو نيّر كوكبة

الثور. تجد ان الثريا تبعد ١٥ درجة الى اتجاه الشمال الغربي من الدبران. بالعين المجردة تستطيع ان ترى خمسة نجوم فيها، وهناك من يقول بأنه يرى ستة. لكنك بالمنظار سترى عدداً كبيراً. هذا العنقود ملفوف في غيمة من غبار تنشر ضوء ما فيها من نجوم وتعكسه.

العنقود المفتوح (M41)

موقعه: الميل (٢١ –) صعود مستقيم ساعة ٦,٧

في كوكبة الكلب الأكبر. ٤ درجات الى الجنوب من الشعرى اليمانية. يراها المرء بالعين المجردة. في وسطها نجم أحمر اللون.

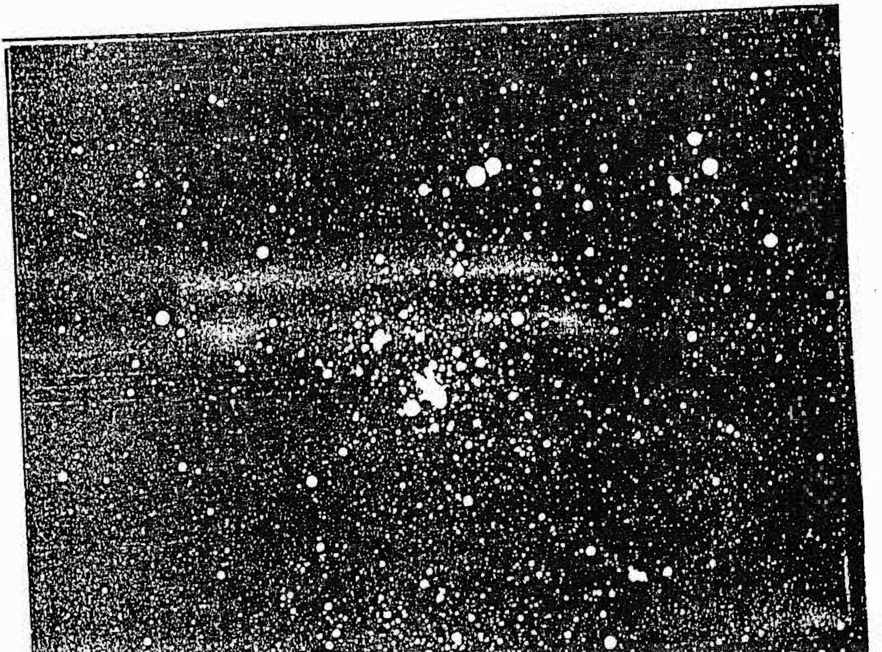
النثرة: (M44)

موقعها ٢٠ + (الميل) ٨,٦ ساعة، (صعود مستقيم)

هي عنقود مفتوح في كوكبة السرطان (أو برج السرطان إذا شئت) وهي غير سديم السرطان الشهير الموجود في كوكبة الثور والمسمّى (M1) والذي لا يرى الاّ بالمرقب. أما النثرة فيمكن رؤيتها بالعين المجردة في الظلام الدامس في الليالي الصافية. وفيها تبدو في المنظار بعض النجوم البرتقالية اللون.

الثريـــا

عنقـود مفتـوح



عنقود مفتوح مزدوج
في كوكبة برشاوس

عنقود مفتوح (M 7):

ليس لهذا العنقود المفتوح اسم خاص به. موقعه: ميل = ٣٥ - ص م١٧,٩ ساعة. في كوكبة العقرب - ٤ درجات الى الشرق وقليلاً الى الشمال من لسعة العقرب. يرى بالعين المجردة.

العناقيد الكروية:

العنقود الكروي هو نظام يتألف من عشرات الآلاف من النجوم، متجمعة على شكل كرة. والعناقيد الكروية توجد على حدود المجرة.

العنقود الكروي اوميغا قنطورس او (N.G.C 5139):

ميل = ٤٧ - ص.م = ١٣,٤ ساعة

هذا العنقود الكروي يبدو للعين المجردة كنجم من القدر الرابع في كوكبة قنطورس، وهو ليس مذكوراً في لائحة (ميسييه) وذلك لأن ميسييه كان يرصد من فرنسا فلم يكن يرى جهات قنطورس الجنوبية. غير ان هذا العنقود مذكور في الكاتالوج العام الجديد تحت رقم (N.G.C5139) ويسمّى (اوميغا) قنطورس بناء على النظام المتبع في تسمية النجوم بالأحرف اليونانية على اعتبار انه نجم في كوكبة قنطورس.

بالمنظار يبدو انه عنقود كروي وليس نجماً واحداً.

العنقود الكروي (M 4)

ميل - ٢٧، ص.م ١٦,٣ ساعة

عنقود كروي لا اسم له. وهو خافت نسبيّاً، لكن من السهل العثور عليه، فهو الى الغرب من قلب العقرب بأقلّ من اصبع. (قلب العقرب هو نيّر كوكبة العقرب).

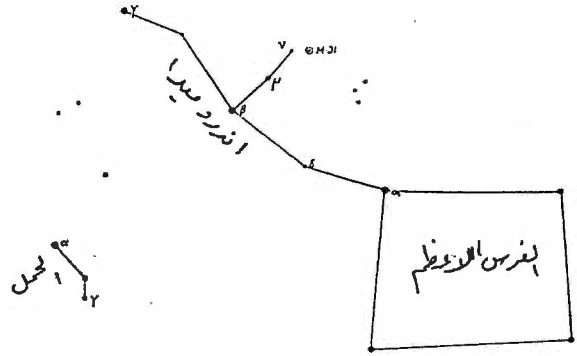
عنقود الجاثي الكبير (M 13)

ميل + ٣٧ ص.م الساعة ١٦,٧

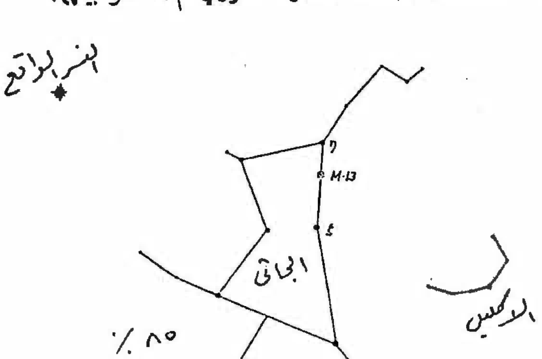
أجمل العناقيد الكروية. لكن ليس من السهولة تحديد كوكبة الجاثي نفسها لخفوت نجومها. ولهذا فمن الأفضل ان تهتدي له عن احدى طريقين: إمّا ان تبدأ من النسر الواقع بخط يسير غرباً،

موازٍ لخط الاستواء الفلكي الى مسافة حوالي عشرين درجة، أو أن تنظر الى العقد في الاكليل الشمالي. عند أعلى الطرف الأيسر من العقد بحوالي ثلاث درجات الى الشرق ستجد هذا العنقود. انه على حدود الرؤية بالعين المجردة ويكون واضحاً بالمنظار.

كيف تستدلّ على مجرة المرأة المسلسلة (اندروميدا) أنظر الى مربع الفرس الأعظم. النجم الشمالي الشرقي من المربع هو بداية كوكبة اندروميدا. فتش على نجم نيو اندروميدا تجد مجرة أو سديم اندروميدا بسهولة. يمكنك ان تسلط المنظار عندئذ. وقد تراه بالعين المجردة إذا صفا الجو. أنظر الى جاما الحمل بالمرقب. انه ثنائي جميل.



كيف تستدلّ على العنقود الكروي م ١٣؟ أنظر بين كوكبة الاكليل الشمالي ونجم النسر الواقع. ان هناك شبحاً لكوكبة خافتة، هي كوكبة الجاثي على ركبته. زيتا الجاثي من القدر الثالث. وهناك نجم أشد خفوتاً الى الشمال هو ايتا. ان العنقود الكروي م١٣ هو بينهما.



إذا لم يكن الجو صافياً لا تراه بالعين المجردة. لكنك تستطيع أن تراه في المنظار بسهولة.

السدم:

السديم الكبير في الجوزاء: (M 43)

ميل ٥ – ص.م ساعة ٥,٥

يرى واضحاً بالعين المجردة، تحت نطاق الجوزاء، كجزء من سيفه المتدلّي.

سديم المرأة المسلسلة (M 31): أو سديم اندروميدا

ميل ٤١ + ص.م ساعة ٠,٧

أول من وصفها هو عبدالرحمن الصوفي وقال بأنها لطخة سحابية. وهي مجرة أخرى غير مجرتنا وقد تكون أكبر منها، وتبعد مليوني سنة ضوئية. وهي أقرب المجرات لنا. وهي ترى بالعين المجردة كبقعة غبشاء بيضاء لا تكاد تبين.

للوصول اليها بالمنظار عيّن المربع الكبير أيضاً (مركب) (Markab) والنجم المقابل له في المربع تابع لكوكبة المرأة المسلسلة ويعتبر (الفا المسلسلة) ويسمى في الفلك الحديث (الفرس) (Alpheratz).مدّ خطا من النجم (مركب) الى نجم (الفرس) ومدّه على استقامته بقدر طوله تصل الى سديم المرأة المسلسلة او سديم اندروميدا.

المذنبات

من النادر ان ترى بالعين المجردة مذنباً، اللهمّ الاّ إذا كان من المذنبات الكبار التي تطنطن عنها الصحف. ولكن المذنبات في الحقيقة كثيرة جدّاً. وهي عادة تكتشف أو ترى بعد ان تكون زارتنا مرات متتالية.. وترى خلال عدسة المرقب منذ ان تكون بعيدة عن الشمس. غير انها إذا ما اقتربت من الشمس أصبح في الامكان رؤيتها في المنظار، وبالعين المجردة أحياناً.

وإذا اقترب المذنب من الشمس فإنه يختفي في الشفق، حتى إذا دار حولها فإنه يعود للظهور مرة أخرى.

ولهذا فمن المحتمل جدّاً ان ترى مذنباً في أثناء تجوّلك بالمنظار إذا رحت تنظر الى الجهة الشرقية عند الفجر أو الى الجهة الغربية عند الغسق.

سديم ماجلان الكبير

هو مجرة صغيرة تابعة لمجرتنا. وهي بالطبع بعيدة عنا حوالي ٢٠٠ ألف سنة ضوئية. وهي لا ترى في النصف الشمالي من الكرة الأرضية

ان المجلات الفلكية تعطيك أوقات كلّ مذنب، وتعين لك خط الميل وخط الصعود المستقيم، فتعثر عليه بسهولة.

ومن الغريب انك اذا رأيت مذنباً بالمنظار فإنك ستراه بعد ذلك بالعين المجردة وتجد انك تستطيع ان تستدلّ عليه قبل ان تسلط منظارك.

ان هناك أشياء كثيرة يمكنك ان تراها في السماء بمنظارك. والذي ذكرته حتى الآن هو بعض من فيض. وقد فعلت ذلك لأني أقدّر انك الآن حصلت على منظار وأراك متلهفاً الى استعماله.

وسترى في أثناء تقدمك في هذه الهواية، انك أحياناً ستترك المرقب وتعود الى المنظار، وستجد ان هناك أشياء كثيرة يزيد الفضل فيها للمنظار على المرقب.

الفصل الثالث عشر

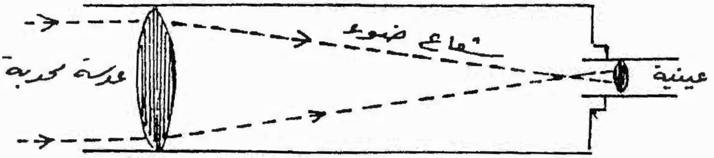
المراقب

القصد من المراقب البصرية – والمناظير ايضاً – هو تجميع الأشعة الضوئية القادمة من الأجرام السماوية. ان بؤبؤالعين يبلغ قطره في النهار ثلاثة ميلليمترات وفي الليل سبعة ميلليمترات. وهذه الفتحة لا تكفي لكي تجمّع لك من الأشعة ما يوضح لك هذه الأجرام. ان المرقب يقوم بمهمة تجميع الأشعه في بؤرة واحدة صغيرة جدّاً، وبعد ذلك يأتي دور العدسة العينية فتكبّر لك الصورة التي تجمعت في هذه البؤرة، فتراها واضحة جداً لأن فيها من الأشعة ما كان قد جمعه لك المرقب. أي انك ببؤبؤك الصغير تكون قد رأيت الجرم بما جمعته لك عدسة المرقب الكبيرةأو مرآته.

وهناك نوعان رئيسيان من المراقب: الكاسر والعاكس

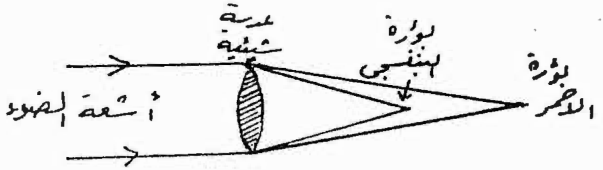
المرقب الكاسر

وهو على نمط المرقب الذي استعمله غاليليو لأول مرة في تاريخ الفلك سنة ١٦٠٩ . وفيه يقع الضوء الآتي من بعيد على عدسة محدبة الوجهين، وينكسر حين مروره فيها ليتجمّع في بؤرة. وبسبب انكسار الضوء أثناء مروره في العدسة – يسمّى المرقب كاسراً. وعند البؤرة توضع عدسة عينية لكي تكبّر الصورة، فتظهر فيه مقلوبة رأساً على عقب. شكل (١٣ : ١).



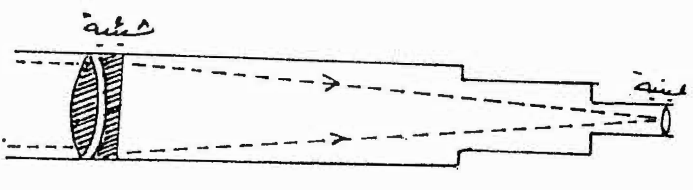
شكل (١٣ : ١)
نظرية المرقب الكاسر

ويبدو ان المرقب الكاسر في غاية البساطة نظرياً. لكن الحقيقة غير ذلك. فمنذ اختراعه كانت تظهر على حوافّ الصورة ألوان كاذبة لا علاقة لها بالصورة. ويسمّى هذا (الزيغان اللوني). وقد بيّن نيوتن ان السبب في الزيغان اللوني هو ان الضوء الذي نراه أبيض هو مكوّن من عدة ألوان، تسمّى ألوان الطيف. وكلّ لون له طول موجة تختلف عن الآخر. ومعامل انكسار كلّ موجة يختلف عن معامل انكسار موجة اللون الآخر. فاللون البنفسجي له أقصر الموجات، وينكسر تبعاً لذلك في بؤرة قريبة، خلافاً للون الأحمر. أنظر شكل (١٣ : ٢)



شكل (١٣ : ٢)
كيف يحدث الزيغان اللوني

وقد جرت محاولات عديدة لتلافي هذا العيب، منها ان توضع عدسات أخرى بالقرب من الشيئية، من نوع آخر من الزجاج، بمعامل انكسار مختلف. وقد أمكن التخفيف من هذا العيب الى درجة كبيرة ولهذا لا تستغرب إذا اشتريت مرقباً كاسراً وفتحته ووجدت ان الشيئية من عدستين أو ثلاث. شكل (١٣ : ٣)



شكل (١٣ : ٣)
الشيئية هنا من قطعتين

والمرقب الكاسر يرينا الصورة مقلوبة رأساً على عقب، مثله في ذلك مثل المرقب العاكس. وكلاهما عكس المنظار في هذه الصفة. فهو يرينا الصورة معتدلة.

وتتميز المراقب الكاسرة عن المراقب العاكسة بأنها أشدّ تماسكاً. فهي لا تحتاج الى تعديل أجزائها بين الحين والآخر. لكنها في الوقت نفسه غالية الثمن نسبياً. فالكاسر أغلى من مثيله العاكس بضعفين أو ثلاثة أضعاف.

ويسمّى المرقب – سواء الكاسر أم العاكس – بحسب قطر الشيئية فيه. فإذا قلنا (مرقب ٣ بوصة) كان معنى ذلك ان قطر العدسة الشيئية فيه ٣ بوصة إذا كان كاسراً وقطر المرآة فيه ٣ بوصة إذا كان عاكساً.

ويختلف البعد البؤري بين مرقب وآخر. فإذا كان البعد البؤري للشيئية كبيراً، فإننا نجد ان التكبير قد زاد ولكن حقل النظر في العدسة العينية سيكون صغيراً. وعلى العكس، فإذا كان البعد البؤري للعدسة الشيئية قصيراً فإننا نجد ان التكبير أقلّ ولكن حقل النظر يصبح أكبر. وهذه الحقيقة تنطبق على المرقب العاكس أيضاً.

ولهذا، فإذا أردت التكبير فعليك ان تشتري مرقباً ذا بعد بؤري طويل، وإذا أردت حقل نظر واسعاً عليك ان تشتري المرقب ذا البعد البؤري القصير. وستجد أثناء ممارستك انك لست بحاجة دائماً الى التكبير الشديد، وانما أنت بحاجة الى تكبير وسط. والشيء الوسط الذي يطلبه الفلكيون الهواة عادة هو (F5) وهو الرقم البؤري.

الرقم البؤري:

هذا التعبير يدّل على نسبة بؤرة العدسة أو المرآة الشيئية الى قطرها. ويستعمل في الفلك كما يستعمل في آلات التصوير. فإذا كان قطر العدسة الشيئية ١٥ سنتمتراً (أي ٦ بوصة) وبعدها البؤري ١٢٠ سنتمتراً (أي ٤٨ بوصة)، فإننا نقول ان هذا المرقب هو (F8) وذلك ما نجده عندما نقسم ١٢٠ على ١٥، أو ٤٨ على ٦ . ويكون هذا هو الرقم البؤري للمرقب.

وعليك ان تعرف هذا الرقم ودلالته، لأنه يذكر عادة عند تسمية المرقب. فإذا قلت لك عن مرقب بأنه ٢٠ سنتمتراً و(F4)، فإنه يعني ان البؤرة قصيرة جداً فهي ٨٠ سنتمتراً. ومرقب كهذا يعطيك حقلاً واسعاً في العينية وهو المرقب المطلوب في حالات رصد المذنبات للتجول في أرجاء السماء تفتيشاً وبحثاً.

أما إذا قلت لك بأنه ٢٠ سنتمتراً و(F10) فإنه يعني ان البؤرة بعيدة جداً، فهي ٢٠٠ سنتمتر، وان الانبوب طويل بناء على ذلك، وانه يصلح لرصد تضاريس سطح المريخ مثلاً.. لأنه شديد

التكبير...الخ.

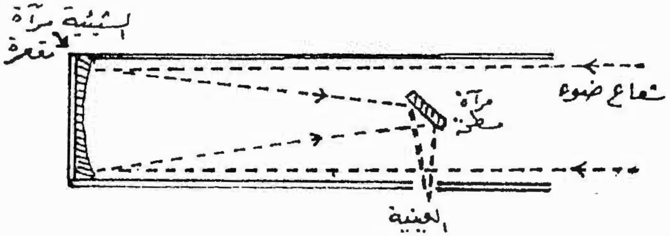
ان هذه الحقائق التي أذكرها لك تنطبق على الكاسر كما تنطبق على العاكس.

وعندما تشتري مرقباً يجب ان تعرف قطر الشيئية التي تريد والرقم البؤري. قطر الشيئية يحدده المال الذي ستصرفه لشراء المرقب. كلما كبرت الشيئية كلما زاد الثمن. أما الرقم البؤري فيجب ان تحدده بحسب الهدف من شرائك المرقب. هل هو لرصد الأشياء الدقيقة البعيدة؟ وهل أنت بحاجة الى تكبير شديد؟ إذا كان ذلك اختر رقماً بؤرياً طويلاً مثل (F10) مثلاً. أما إذا كنت تريد التجوّل في السماء للتفتيش على شيء فيه، مثل مذنب، فأنت بحاجة الى رقم بؤري صغير، (F6) مثلاً.

ولكن العادة جرت بأن يختار الهاوي رقماً بؤرياً متوسطاً، مثل (F 8) ويستعمله لكل شيء.

المرقب العاكس

لما كان المرقب الكاسر يعاني من الزيغان اللوني، ولتلافي هذا العيب فيه يلجأ صانعوه الى وسائل عديدة، كزيادة العدسة الشيئية بعدسة شيئية أخرى أو أكثر، فقد رأى نيوتن ان في الامكان تجميع أشعة الضوء في نقطة واحدة عن طريق آخر – هو المرآة المقعرة. ونظراً لأن المرآة تعكس الأشعة الواقعة عليها ولا تفرّق بين ألوان الطيف الذي يكوّن الأشعة، فلن يحدث الزيغان اللوني الذي عانينا منه في الكاسر. وبما ان العملية تتمّ في هذا المرقب بانعكاس الأشعة عن المرآة فقد اطلق عليه اسم المرقب العاكس، ويسمى أحيانا مرقب نيوتن.



شكل (١٣ : ٤)
نظرية المرقب العاكس

وتكون المرآة المقعرة في المرقب العاكس في قعر الأنبوب. أنظر الشكل. ويأتي اليها الضوء من الناحية الأخرى من الأنبوب، وحين يقع عليها ينعكس على شكل مخروط الى الجهة التي جاء منها. لكن قبل نهاية المخروط توضع مرآة مسطحة صغيرة في وسط الانبوب، بحيث تعكس المخروط الى

جانب الأنبوب فتقع البؤرة على العدسة العينية الملصقة على الجانب. ويجب ان تكون المرآة الصغيرة بحجم مناسب لا يحجب كثيراً من أشعة الضوء، وتعلّق في الوسط تماماً، مائلة ٤٥ درجة بحيث تعكس نهاية المخروط بالضبط على العينية. أي تحنى نهاية المخروط ٩٠ درجة.

وعلى ذلك، فأنت ترى الصورة من جانب المرقب، وتراها بالطبع مقلوبة كما تراها في الكاسر.

ويتميز العاكس بأنه خال من الزيغان اللوني، وانه رخيص الثمن نسبياً إذا قورن بالكاسر. هذا الى انك تستطيع ان تنحت المرآة بيديك. وأنت في هذه الحالة تنحت سطحاً واحداً فقط: هو سطح المرآة الشيئية. ان معظم الهواة الجادين في أوروبا وأمريكا ينحتون المرائي بأيديهم. وقد بدأنا في عمان في جمعية هواة الفلك الأردنية نقوم بهذه العملية ولاقينا نجاحات بدائية جيّدة.

ولا تتصور ان نحت المرآة يحتاج الى عبقرية خارقة. انه يحتاج الى مثابرة وصبر. وإذا توفّرت لك هاتان الصفتان فإني أهنئك سلفاً على هذا المرقب الرائع الذي ستقوم بنحته. وما عليك لتنفيذ ذلك الاّ ان تشتري العلبة الخاصة التي يوجد فيها القرص الزجاجي الذي ستنحته والقرص الذي ستنحت عليه، وفي العلبة كلّ المساحيق التي ستحتاجها. وعليك ان تشتري كتاباً يرشدك الى الطريقة التي تتبعها. واني آسف ان أقول للقارىء ان كلّ الكتب التي ترشد لصناعة المراقب هي باللغات الأجنبية ولكني أقدّر ان القارىء يعرف أحداها فيمكنه الاستعانة بكتاب في هذا الموضوع في اللغة التي يعرفها. ان هناك أجزاء فقط ترجمت لهواة الفلك في عمان، ومن يدري فقد نترجم الموضوع كلّه.

ولكي أطمئن القارىء من ناحية أخرى أقول له: انه لن يستطيع ان يخرّب المرآة مهما أخطأ في العمل. فكلّ خطأ يمكن اصلاحه. حتى ان أول مرآة قمت بنحتها وقعت مني على الأرض (البلاط) عن ارتفاع حوالي متر، ولم تنكسر، فالزجاج المستخدم لهذا الغرض من نوع جيّد صعب الكسر. وقد قمت باكمال النحت الى ان صنعت المرقب الأول.

وأكرر فأقول: إذا كانت لديك مثابرة وصبر، وإذا اتبعت تعليمات الكتاب، فأنت مؤهل لنحت مرآة على مستوى جيّد جداً، وستكون في الغالب أفضل من المرآة التي ستشتريها جاهزة بثمن غير قليل.

لقد قمت بنحت أول مرآة (٦ بوصة أو ١٥ سنتمتراً) في سنة ١٩٦٢ دون ان تكون لديّ أدنى فكرة عن عملية النحت أو نصب المرقب. وعندما أكملت المرقب ونصبته وجدت ان الصورة في العينية واضحة جداً. لم أكن قد نظرت في مرقب آخر من قبل اللهمّ الاّ مرة واحدة عندما كنت صغيراً لا أعرف شيئاً من الفلك. ولكني قد نظرت بعد ذلك في عدة مراقب ولم أر في أحدها وضوحاً أكثر من

الوضوح الذي عهدته في مرقبي صنع يدي.

أما اسم العلبة باللغة الانجليزية إذا أردت ان تطلب واحدة فهو: Kit for Telescope Making

وإذا طلبتها فعليك أن تحدد قطر الشيئية التي تريد. وانصحك ان تطلب ٨ بوصة (أو ٢٠ سنتمتراً). فالجهد الذي تبذله في ٦ بوصة هو تقريباً يساوي الجهد الذي تبذله في ٨ بوصة. والأخيرة تجمع من الضوء تقريباً ضعفي ما تجمعه الأولى، وذلك لأن مساحة السطح العاكس يعتمد على نصف القطر حين يجري تربيعه. لا تحاول ان تطلب مرائي كبيرة لأنك عندئذ تحتاج الى مجهود عضليّ جبار أنت في غنى عنه.

وهناك كتب كثيرة ترشدك الى العمل تجد اعلانات كثيرة عنها في المجلات الفلكية. غير ان الكتاب الذي استعمله هو: Standard Book For Telescope Making: Howard

المثلبة الوحيدة في المرقب العاكس هي انه يحتاج دائماً الى تعديل القطع التي تكون قد تزحزحت عن مواضعها وشدّ البراغي التي تكون قد ارتخت. أي انه يحتاج الى صيانة مستمرة. لكنك إذا كنت قد صنعت المرقب كله بنفسك وعرفت كلّ برغي فيه، فإنك لن ترى هذه الصيانة متعبة، فلن تأخذ منك أكثر من دقيقة أو دقيقتين كلّ رصد.

ان مثلك في هذا هو مثل الموسيقار الذي يعزف على العود. كلّ مرة ينوي فيها على العزف يأخذ دقيقة أو دقيقتين يشدّ الأوتار ويرخيها لتعطي النغم المطلوب. ان الوصول الى الطرب يحتاج الى صيانة، سواء في عالم النغم أم عالم الافلاك.

الفصل الرابع عشر

القطع البصرية في المرقب

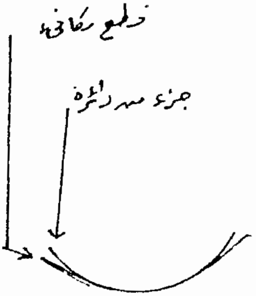
عدسة المرقب الكاسر:

تقوم الشركات الشهيرة في صنع العدسات بطلاء وجهي العدسة بمادة (الكوارتز) وهي أكسيد السيليكون المتبلور. ويكون سمك الطلاء على سطح العدسة بضعة جزيئات فقط، أي رقيقاً جدّاً بحيث يسمح للضوء بالمرور فيه دون ان يؤثّر في مجراه. والقصد من هذا الطلاء هو حفظ سطح العدسة من التأثيرات الخارجية. فالاتقان في نحت العدسات البصرية يجب ان يكون على مستوى عال حتى ان أصابع اليدين أثناء اللمس قد تشوّهها. ولهذا السبب حاذر ان تلمس العدسة بيديك مباشرة. كما عليك ان تحاذر لمس سطح المرآة في المرقب العاكس. وإذا كان عليك ان تلمسها فامسكها بقطعة الجلد التي تمسح بها النظارات أو بشيء ناعم من هذا القبيل.

ولهذا، إذا رأيت عدسة ذات لون أزرق، فلا تستغرب. انه لون الكوارتز. وهناك بعض المناظير لها عدسات مطلية بالكوارتز، وهي تلك التي تصنعها شركة (زايس) وشركة (لايتز). وهذه عادة تكون على مستوى عال من الاتقان، غالية الثمن.

مرآة المرقب العاكس:

ان مرآة العاكس – كما قلت سابقاً – مقعرة. وهي ليست جزءاً من كرة. انها قطع مكافىء. فقد وجد ان المرآة إذا كانت جزءاً من كرة فإنها لا تجمع الضوء الواقع عليها في نقطة واحدة. أما القطع المكافىء فإنه يفعل.



شكل (١٤:١)
الفرق بين جزء من الدائرة
والقطع المكافىء

وسيعرف القارىء هذه الحقيقة عندما يقوم بعملية النحت. وبالاضافة الى ذلك، فإذا كان القارىء قد نوى ان ينحت مرآة، فإن عملية النحت بعد ان تتمّ، تكون قد أعطته قرصاً زجاجياً لا مرآة. هذا القرص الزجاجيّ مهيّأ لأن يكون مرآة إذا طلي بشيء يجعله عاكساً للضوء الذي يقع عليه. فالزجاج نفسه لا يعكس الاّ ٧ في المائة من الضوء.

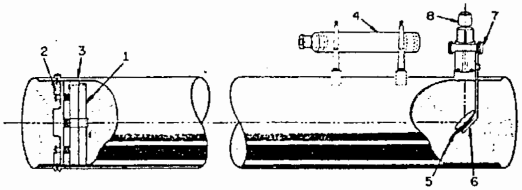
في بلاد أوروبا وأمريكا يرسل الهاوي مرآته الى مصنع من المصانع التي تصهر الألومنيوم، فيطلون له وجهها المصقول ببخار الألومنيوم، بغشاء رقيق جدّاً طبعاً يكفي ليعكس الضوء دون ان يؤثر على دقّة الصقل.

أما في بلادنا، حيث لا أعرف مصانع تصهر الألومنيوم، فعلى صاحب المرآة ان يقوم بنفسه بطلائها بالفضة، بطبقة لا يتجاوز سمكها بضعة جزيئات، بحيث لا تؤثر اطلاقاً على جودة الصقل. وفي كتب الارشاد لصناعة المرقب ذكر لعملية كيماوية إذا أجراها فإنه ينتج محلولا إذا وضع الزجاجة المصقولة فيه ترسب عليها جزيئات الفضة فتخرج من المحلول وإذا بها مرآة.

ولكن التفضيض لا يدوم طويلاً فجزيئات الفضة التي كانت قد ترسبت على سطح المرآة، بعد ستة شهور أو حوالي ذلك، يجد انها بدأت بالتأكسد وأصبح لون الفضة اللامع أسود. ولهذا عليه ان يعيد عملية التفضيض مرّة أخرى.

المرآة المعترضة:

هي مرآة صغيرة مستوية السطح توضع داخل أنبوب المرقب العاكس لتستقبل المخروط الضوئي الصادر عن المرآة الشيئية المقعرة، فتعكسه الى جانب الأنبوب حيث تكون قد وضعت العدسة العينية. ويشترط في هذه المرآة ان تكون صغيرة بحيث لا تحجب الكثير من الضوء الساقط على الشيئية وان تكون بحجم يستقبل كلّ نهاية المخروط الضوئي. وتعلّق مائلة ٤٥ درجة بحيث تعكس نهاية المخروط ٩٠ درجة.



شكل (١٤:٢)
أجزاء مرقب عاكس

الأجزاء:

(١) المرآة الشيئية — (٢) حامل المرآة الشيئية
(٣) أنبوب المرقب — (٤) الواجد
(٥) المرآة المعترضة — (٦) حامل المرآة المعترضة
(٧) لولب تحديد البؤرة في العينية — (٨) العدسة العينية.

العدسات العينية:

ان هدف الشيئية في المرقب – سواء كانت العدسة المحدبة في الكاسر أم المرآة المقعرة في العاكس – هو تجميع الضوء الواقع عليها، في نقطة واحدة. وأنت بعد ذلك تضع عدسة صغيرة تكبّر لك الصورة التي تكون قد تجمعت في هذه النقطة لكي تستطيع رؤيتها.

هذه العدسة الصغيرة نسبياً، والتي يكون موضعها على بؤرة الشيئية، تسمّى (العينية).

والعينية تتكون في الحقيقة من بضع عدسات في أنبوب صغير قصير. وعلى كلّ عينية منها تجد الرقم البؤري لتلك العينية بالميلليمترات. وهو الرقم البؤري لمجموع العدسات الموجوده في داخل الأنبوب.

وهناك أنواع كثيرة من العينيات، تختلف في جودتها، ولكن أنابيبها تكون عادة ذات قطر معياري واحد، بحيث تدخل العينية في الأنبوب المعدّ لها في المرقب بأحكام لتكون على بؤرة الشيئية.

ولهذا فإذا كان عندك مرقبان، أحدهما كاسر والآخر عاكس، فإنك تستطيع ان تستعمل العينية في أحدهما ثم تنقلها الى الآخر وتستعملها فيه أيضاً. أو تستطيع ان تستعير عينية من هاو فلكي آخر أو تعيره عينيتك، دون أن تسأل عن نوع مرقبه، كاسراً كان أم عاكساً.

وإذا وضعت العينية في الأنبوب المعدّ لها في المرقب، فهناك حركة لولبية ترفعها وتخفضها قليلاً بحيث تضبط البؤرة فيها بحسب نظرك لكي تبدو لك الصورة واضحة.

وتتراوح أرقام البؤرة المكتوبة على العينية ما بين ٤ – ٢٢ .

وإذا كان لديك مرقب فيجب ان يكون لديك عدد من العينيات – ثلاثة أو أربعة أو أكثر، كلّ عينية تختلف عن الأخرى في بعدها البؤري. فإذا أردت ان ترى حقل نظر واسعاً مع تكبير قليل، فاستعمل العينية ذات البؤرة الطويلة مثلاً: العينية بؤرة ٢٠ . وإذا أردت تكبيراً كثيراً مع حقل نظر

ضيّق فاستعمل عينية ذات بؤرة قصيرة، مثلاً: عينية بؤرتها ٧ . وهكذا...

فأنت – اذن – الذي تقرّر مدى التكبير الذي تريد في مرقبك بحسب العينية التي تضعها.

ولكي تعرف مقدار التكبير بدقّة اقسم بؤرة الشيئية (أو بؤرة المرآة الشيئية) على بؤرة العينية ينتج لك مقدار التكبير.

شكل (١٤:٣)
عدسة عينية

لنفرض ان لديك مرقباً كاسراً بؤرة العدسة الشيئية فيه ١٢٠ سنتمتراً، ووضعت عليه عينية بؤرتها ١٥ ميلليمتراً. فكم سيكون التكبير؟

بؤرة العدسة الشيئية ١٢٠ سنتمراً. اذن هي تساوي ١٢٠٠ ميلليمتراً. نقسم هذا العدد على بؤرة العينية ١٥ ميلليمتراً. اذن

١٥/١٢٠٠ = ٨٠ مرّة قوة التكبير.

ولنفرض ان لديك مرقباً عاكساً، بؤرة الشيئية فيه ١٢٠ سنتمتراً، ووضعت عليه عينية بؤرتها ١٥ ميلليمتراً. فكم يكون التكبير؟

سيكون الجواب نفسه الذي حصلت عليه في الكاسر لأنك ستجري الحسابات نفسها، ولا فرق لديك ان كانت الشيئية كاسرة أم عاكسة. فالجواب سيكون ٨٠ . وهكذا.

الواجد:

هل تعرف بنادق الصيد؟ أو البنادق العادية؟ إذا جربت ان توجهها الى طير طائر أو غزال نافر ستخطىء حتماً إذا لم يكن لديك خبرة في الصيد والقنص. ولكن البنادق الحديثة مجهزة بمنظار صغير ملصق في أحد جوانب البندقية، وحقل هذا المنظار فيه شعرتان في الوسط متقاطعتان على شكل

صليب. فإذا أردت أن تصطاد فإنك تضع الفريسة عند تقاطع الصليب وتطلق النار فتجد ان الفريسة قد هوت.

إذا لم تكن قد شاهدت هذا المنظر عملياً في الصيد، فاظنّك قد شاهدته في السينما عندما يريد شخص ان يقتل شخصاً آخر. يكون القاتل عادة مختبئاً وراء نافذة، والشخص الضحية على منصة أو بين الجماهير. والمخرج يريك حقل البصر في المنظار ويظهر لك الضحية في حقل البصر، حتى إذا أصبح قلب الضحية في مركز تقاطع الشعرتين أطلق القاتل طلقته. هي بلا شك صائبة.

هذا المنظار الصغير الملصق في البندقية اسمه (الواجد). وقد وضعت هذا الاسم ترجمة حرفية عن اللغة الانجليزية، لأني لا أعلم له اسماً في العربية.

عندما تحمل المنظار بيديك وتأخذ في رصد السماء، قد تجد ان العثور على نجم أو كوكب من السهولة بمكان. فأنت ترى النجم بين عينيك وتسلط المنظار عليه في الاتجاه نفسه وأنت لا تزال تراه. غير أنك إذا كنت ترصد في مرقب فإن العثور على الجرم الذي لا تزال تراه بعينيك، من الصعوبة بمكان. الجرم أمام عينيك وتسلط عليه المرقب، لكنه لا يظهر. وقد تحاول وتحاول ولكنه لا يظهر معك الاّ صدفة.

لحلّ هذه المشكلة لجأ الفلكيون الى (الواجد)

والواجد منظار صغير، يلصق في جانب كلّ مرقب، ويكون في حقل البصر فيه شعرتان متقاطعتان على شكل صليب. وعند تركيبه على جانب المرقب يجري تعديله بحيث يرى حقله ما يراه المرقب في حقله. فالنقطة التي ترى في تقاطع الشعرتين في حقل الواجد هي نفسها الموجودة في وسط حقل المرقب.

وبهذا، فإذا أردت ان ترى جرماً في السماء، فأنت تنظر اليه أولاً في الواجد. فتحرك المرقب كلّه حتى يصبح الجرم في الواجد عند تقاطع الشعرتين. ثم تنظر في العينية فترى ان الجرم في وسط الحقل.

ان الواجد ضروري جدّاً لكلّ مرقب. وقد استهنت بقيمته عندما نحتّ أول مرقب، فلم اشتر لي واحداً ولم أصنع واحداً. فوجدت بعد ذلك ان المرقب شبه مشلول لأني لم أكن أستطيع أن أجد أي جرم أريده الاّ بشقّ الأنفس. وقد وجدت حلاّ مؤقتاً عند أحد الأصدقاء وكان يهوى الصيد وعنده بندقية لها واجد، فاستعرته منه.

وإذا كان لديك مرقب ولم يكن عندك واجد، فإنك تستطيع أن تصنع واحداً على يديك. فهو مجرد عدستين محدبتين، استعمل العدسة التي لها بؤرة قصيرة لتكون الشيئية والعدسة الأخرى عينية. وإذا استطعت ان ترسم على الشيئية صليباً بخط رفيع بحبر من النوع الذي يلصق على الزجاج فإنك تكون قد أديت الغرض.

أنظر الواجد ملصقاً على المرقب شكل (١٤:٢).

الفصل الخامس عشر

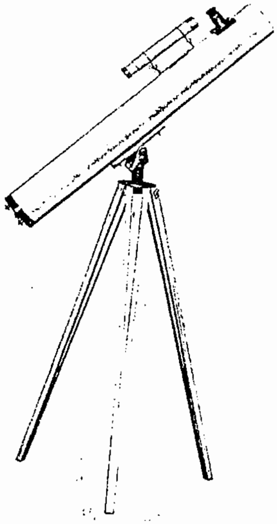
نصب المرقب

العلّة الكبرى في أجهزة الرصد الكبيرة هي الاهتزاز. وإذا لم نعرف هذه الحقيقة ونتخذ الحيطة لها فستكون مزعجة جداً. حتى في المنظار المزدوج العينية، إذا كان تكبيره أكثر من عشر مرات فسيكون الاهتزاز فيه معكراً لصفو التطلع الى السماء. انك بكلّ جهد تستطيع ان تتغلب على أهتزاز منظار تكبيره عشرة أضعاف، وذلك لأنك حين تكبّر الجرم عشر مرات فإنك في الوقت نفسه تكون قد كبّرت الاهتزاز عشر مرات أيضاً.

وإذا كان لديك مرقب شيئيته ١٥ سم، وكان رقمه البؤري (F8) فسيكون طوله حوالي ١٢٠ سم أو يزيد قليلاً. وسيكون ثقيلاً بالطبع، ومن الصعب ان تفكر بتثبيته بيديك. وإذا كنت قد كبّرت الجرم بالعينية ٨٠ مرة، فمعنى هذا ان الاهتزاز فيه سيتضاعف ٨٠ مرة. فلن تعود ترى شيئاً تستمتع به.

ولهذا فمن المسلم به مبدئياً ان تكون هناك قاعدة صلبة تحمل المرقب وتمسك به بإحكام. وإذا كان المرقب صغيراً نسبياً (شيئية ٥ سم أو ٧,٥ سم) فإن صلابة القاعدة تكفي لمنع الاهتزاز. أنظر شكل (١٥ : ١)

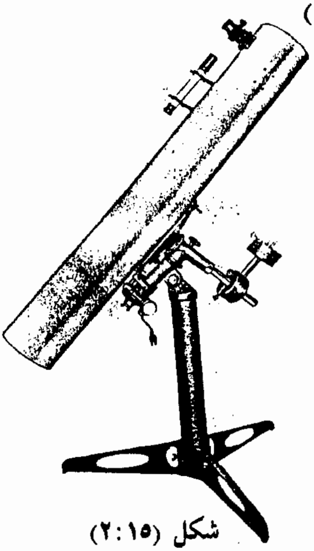
أما إذا كان المرقب أكبر من ذلك فأنت بحاجة الى ثقالة أي إلى ان تضع أثقالاً مقابل الجسم لتمنع اهتزازه. شكل (١٥ : ٢).



شكل (١٥ : ١)

إذا كان المرقب صغيراً نسبياً ذا شيئية ٥ سم حتى ٧,٥ سم فإن الحامل الصلب يكفي عادة لمنع الاهتزاز.

أما إذا كان المرقب أكبر من ذلك فأنت بحاجة إلى ثقالة أي إلى أن تضع أثقالاً مقابل الجسم لتمنع اهتزازه شكل (٥١ : ٢)



شكل (١٥ : ٢)

إذا كان المرقب كبيراً نسبياً فيجب أن تضع ثقالة أو أكثر مقابل وزن جسم المرقب، لكي تستطيع منع الاهتزاز.

النصب السمتي:

هناك طريقتان لنصب المرقب: النصب السمتي والنصب الاستوائي.

والنصب السمتي هو الطريقة البديهية التي تفكر فيها ويفكر فيها كلّ انسان للوهلة الأولى، وهي تثبيته على قاعدة صلبة بحيث تتوفر امكانية لتحويكه في أي اتجاه شئت – الى أعلى والى أسفل والى اليمين والى الشمال.

ولكنك ستجد ان هناك مساوىء لهذه الطريقة. فإذا كنت تراقب كوكباً أو نجماً، وحركت المرقب فوضعت الجرم في وسط حقل النظر ورحت تتأمل فيه وتدرسه، فإنك ما تلبث ان ترى الجرم يختفي من حقل النظر إذ يتحرك شيئاً فشيئاً. وإذا حاولت ان تحرّك المرقب لكي تلاحقه فستجد انه قد أفلت منك وعليك ان تستعيده عن طريق الواجد مرة أخرى.

سبب هذه الظاهرة – كما أصبحت تعرف الآن – هو دوران الكرة الأرضية التي نرى نتيجة لها ان السماء تتقدم الى الغرب. والنجوم والكواكب في حقل النظر ستبدو لك بأنها تتقدم الى الشرق لأن الصورة في جميع المراقب مقلوبة كما نعرف.

ومن الصعب عليك ان تجعل المرقب ذا النصب السمتي يلاحق الأجرام في سيرها ضمن حقل النظر.

على أية حال، فإن النصب السمتي موجود عادة في المراقب الصغيرة. أما إذا كبر المرقب (١٥ سم فما فوق) فمن الأفضل ان تنصبه نصباً استوائياً.

النصب الاستوائي:

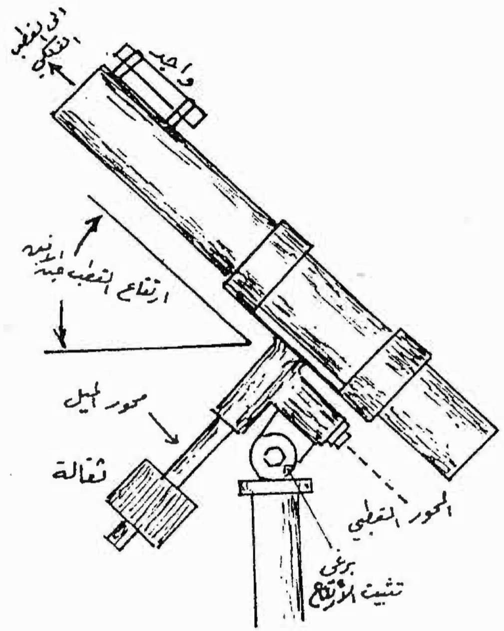
إن أي مرقب يتحرك في اتجاهين أساسيين: اتجاه عمودي، أي الى أعلى والى أسفل مع خطوط الصعود المستقيم، واتجاه أفقي، الى اليمين والشمال مع خطوط الميل. والحركات الأخرى هي خليط من هاتين الحركتين.

والنصب الاستوائي هو ان تجعل القاعدة التي يتحرك عليها المرقب موازية للمحور الذي تدور فيه الأرض حول نفسها. أنظر شكل (١٥: ٣)

وفي حالة النصب الاستوائي هذه، نجد أن المرقب إذا تحرك أفقياً فإنه يتحرك بخط مائل في السماء هو الذي تسير فيه الأجرام السماوية.

شكل (١٥:٣)

في النصب الاستوائي تكون القاعدة التي يتحرك عليها المرقب موازية للمحور الذي تدور فيه الأرض حول نفسها.



ولكي تنصب المرقب نصباً استوائياً، عليك أن توجّهه أولاً الى القطب الفلكي الشمالي. ان النجم القطبي يبعد في هذا العصر بمقدار خمسة أسداس الدرجة عن القطب الفلكي الشمالي. ولكي تعرف هذا القطب تماماً حرّك المرقب معتمداً على الواجد بمقدار درجة أو خمسة أسداس الدرجة الى اتجاه نجم (بيتا الدب الأصغر) وهو النجم الثاني اللامع في هذه الكوكبة، وكان العرب الأقدمون يسمونه أنور الفرقدين. وهو الآن لا يقلّ لمعانه عن لمعان النجم القطبي نفسه. أقول، إذا حركت المرقب حوالي خمسة أسداس الدرجة في اتجاه نجم أنور الفرقدين فإنك تكون قد سلطته على القطب الفلكي الشمالي.

ثبّت القاعدة التي سيدور عليها المرقب على هذا الوضع. ان مرقبك الآن في نصب استوائي.

اتجه بمرقبك الآن الى الجنوب. سلّطه على أي نجم أو كوكب تريد. ضع هذا النجم أو الجرم في منتصف حقل البصر. سترى النجم يتحرك داخل الحقل الى الشرق كما هو منتظر. اربط مرقبك بحيث

لا يتحرك الاّ أفقياً – أي الى اليمين أو الشمال، وامنعه من الحركة الى فوق أو تحت. إذا تحرك الجرم أمامك في حقل النظر الى الشرق جرّب ان تحرّك المرقب الى الجهة المعاكسة. سترى ان الجرم لا يزال أمامك. وحافظ على هذه العملية. كلما تجد ان الجرم ابتعد الى الشرق حرك المقرب وحافظ عليه ان يبقى في الوسط. وستجد ان الجرم لن يفلت منك. حتى لو غبت بعض الوقت وعدت وحركت المرقب في الجهة المناسبة فإنك سترى الجرم يعود الى حقلّ النظر.

ان النصب الاستوائي نعمة للراصد يجب ان يعرف قدرها.

وهناك جهاز كهربائي يشبك في المرقب فيجعله يدور بنفسه بمعدل دوران السماء الظاهري دون ان تمدّ يدك فتحرك المرقب. هذه الآلة اسمها في اللغة الانجليزية (Clock Drive) وأرى ان أترجمها (ساحب المرقب) فليس لها اسم مترجم الى العربية على ما أعرف.

والنصب الاستوائي لا غنى عنه للرصد الجادّ الذي يحتاج الى تفحص الجرم مدة غير قصيرة. وإذا كان المرقب مزوّداً بالساحب. فأنت تستطيع أن تدرس الجرم الذي تريد لساعات طويلة دون ان تمدّ يدك لتضبط الجرم وتضعه في وسط الحقل. سيكون الجرم باستمرار في وسط الحقل دون تدخّل منك.

الفصل السادس عشر

التصوير الفلكي

إذا كنت تقوم فعلاً بتنفيذ التجارب التي طلبتها منك فيما سبق، فإنك تكون قد صورّت النجوم التي تحيط بالنجم القطبي وعرفت من الصورة ان السماء تدور دورتها الظاهرية حول القطب الفلكي الشمالي وان النجم القطبي يبعد عن القطب الفلكي الشمالي بمقدار حوالي درجة واحدة.

وإذا شئت أيضاً، فلك الخيار في أن تقوم بتجربة مماثلة توجّه فيها عدسة الكاميرا الى بقعة أخرى من السماء لمدة أطول. انك سترى الخطوط التي تسير فيها النجوم. وإذا حاولت ذلك جرّب ان يكون في أسفل الصورة قسم من الأفق تظهر فيه بعض البيوت والأشجار. وجود هذه الأشياء في اطار الصورة الأسفل سيعطيك لوحة فنيّة رائعة.

ان التصوير الفوتوغرافي للأجرام السماوية هو الذي يربط بينك وبين الفلكيين فتطلعهم على نتيجة أعمالك ويطلعونك على نتيجة أعمالهم. وإذا كان لديك صورة جذابة من هذا القبيل فإنك تستطيع أن تريها لأصدقائك ومعارفك الذين كانوا يرون في هوايتك هذه لحسة في العقل، فإنهم سيستلطفونك من أجلها.

وإذا أصبحت هاوياً للتصوير الفلكي فستجد انها من أشدّ الهوايات متعة. ولكنها ستأخذ منك أوقاتا غير قليلة. وعليك أن تعرف انك لن تصبح في أول تجربة مصوّرا فذا. غير ان كثرة الممارسة ستخلق منك فنّانا في هذه الهواية.

والتحديات التي تعترضك في هذه الهواية تتلخص في: الوقت والمال. فإذا توفّرا لك فأقدم غير هياب ولا وجل.

وأنت في هذه الهواية تحتاج الى الأشياء التالية:

المرقب:

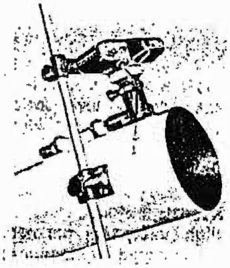
يجب أن يكون ذا شيئية متوسطة على الأقل – ١٥ سم – ٢٠ سم، وأن يكون منصوباً نصباً استوائياً، وان يكون مزوّداً بساحب لكي تستطيع أن تلاحق الجرم الذي تصوره. وهناك بعض الأجرام التي تحتاج الى تعريض طويل فيجب أن يكون الساحب دقيقاً في متابعة الجرم، الى ان تنطبع الصورة على الفيلم. وهذا قد يستغرق أحياناً بضع ساعات.

الكاميرا:

ويشترط فيها ان تكون من النوع الذي تستطيع فيه ان تبقي العدسة مفتوحة الى ان يتمّ التعريض المطلوب، ثم تعود اليها وتقفلها بعد ذلك. ومن الأفضل ان تكون من النوع الذي تستطيع فيه أن تفكّ العدسة كلها من الكاميرا وتضعها رأساً فوق العينية – وهذه بدورها هي التي تجمّع لك الصورة وتلقيها على الفيلم. ولن تكون بحاجة الى تضبيط سرعة التصوير أو فتحة العدسة عندئذ.

مثبت الكاميرا:

وهو قطعة معدنية تربط الكاميرا الى جدار المرقب بحيث تكون فتحتها ثابتة على فتحة العدسة.



شكل (١٦:١)
مثبت الكاميرا
يمسك بالكاميرا ثابتة
وفتحتها على فتحة العينية.

ان الرقم البؤري لعدسة الكاميرا (FN0) غير مهم في هذه الحالة. انما الشيء الهامّ هو حساسية الفيلم (A.S.A) و(Din) لاسيا إذا كانت ستصور أجراماً خافته.

ويمكنك ان تستعمل أفلاماً ملونة أو غير ملونة. ومن الأفضل غير الملونة لأنك تحمضها وتطبعها في بيتك على يديك دون أن تضطرّ الى الانتظار حتى يطبعها لك المصور، فتوفّر وقتاً.

ان التصوير الفلكي هواية جذابة، وهو ينشأ بين هواة الفلك الجادين الراصدين. لكن العالم العربي يكاد يكون خلواًمن هؤلاء. لهذا اكتفي بما ذكرت لاعطاء فكرة مختصرة عن الموضوع متجنباً التفاصيل.

الفصل السابع عشر

أقدار النجوم

حينما تنظر الى السماء في ليلة صافية ترى النجوم تتفاوت في شدّة لمعانها وسطوعها. فبعضها لامع جداً، وبعضها أقل من ذلك، وبعضها خافت تراه بصعوبة وأخرى لا تكاد تراها. هذا التفاوت في اللمعان جعل بطليموس في القرن الثاني الميلادي يصنفها في درجات. فقال بأن النجوم اللامعة جدّاً هي من القدر الأول والتي تقلّ عنها في هذه الصفة من القدر الثاني.. وهكذا.... حتى القدر السادس. والقدر السادس هو الذي يضمّ النجوم الخافتة جدّاً التي هي على حد رؤية الانسان السليم البصر. ولا يوجد عند بطليموس قدر سابع لأن الانسان لن يرى هذه النجوم لخفوتها.

وقد أخذ العرب هذا التصنيف عن بطلميوس.

وقد يكون تعبير كلمة (قدر) فيه شيء من التضليل. فهو في الحقيقة لا يدلّ على ضخامة النجم وانما يدلّ على مقدار لمعانه فقط.

على أية حال، فإن هذا التصنيف لم يعد كافياً بعد اختراع المرقب وأدوات قياس الضوء. إذ أصبح في استطاعته الفلك ان يقيس مقدار اللمعان بدقّة شديدة جدّاً. فالنجوم التي وصفها الأقدمون وصنفوها من القدر الأول، مثلاً، تتفاوت في لمعانها بمقدار ضئيل. ولهذا لجأ الفلكيون الى استعمال الأرقام العشرية للتفريق بينها، فأصبحنا نقول: القدر ١,٢ أو القدر ١,٦ وهكذا...

وليس ذلك وحسب. فقد كانت هناك نجوم أشدّ لمعاناً من القدر الأول، فكيف يمكن أن نكتب قدرها؟ وهنا لجأ الفلك الحديث الى علامة (ناقص) دلالة على قدرها. فإذا قلنا أن نجماً قدره (−١) كان معنى ذلك انه أشدّ لمعاناً من القدر الأول. وكلما كبر العدد المسبوق بعلامة ناقص كلما كان الجرم أشد لمعاناً.

وقد أصبح في الفلك آلة اسمها (المقياس الضوئي) تسجّل مقدار لمعان كلّ جرم سماوي بدقّة

شديدة. ولم يعد هناك مجال للخلاف بين علماء الفلك على أقدار الأجرام. فهذه الآلة تسجل القدر لا بالكسور العشرية وحسب، بل تسجلها حتى الكسور المئوية أيضاً.

والشمس بناء على هذه القياسات جرى تصنيف لمعانها على انها من القدر (−٢٧) والقمر من القدر (−١٤).

وهناك من الكواكب السيارة ما يحمل علامة ناقص. فالزهرة قد تصل في ابّان تألقها الى (−٤,٤) والمشتري قد يصل الى (−٢,٥).

أما النجوم فليس فيها ما يحمل علامة ناقص في قدره سوى أربعة نجوم:

اسم النجم	القدر	الكوكبة التي هو فيها
الشعرى اليمانية	−١,٤٣	الكلب الأكبر
سهيل	−٠,٧٣	القاعدة
السماك الرامح	−٠,٠٦	العواء
الفا قنطورس(رجل قنطورس اليمنى)	−٠,٢٧	قنطورس

والواقع اننا لا نرى رجل قنطورس اليمنى من الأردن (عمان)لأنه منخفض جدّاً الى الجنوب، تحت أفقنا. حتى (سهيل) فاننا نراه لفترة قصيرة في فصل الشتاء ولا يعلو عن الأفق الاّ حوالي أربع درجات في أقصى ارتفاعه.

وباستثناء هذه النجوم الأربعة المذكورة، فإن النجوم الأخرى في سمائنا تحمل كلّها علامة زائد (+) وإليك لائحة بأسماء النجوم اللامعة وأقدارها مع اسم الكوكبة التي يكون النجم فيها:

الاسم	الكوكبة	القدر
النسر الواقع	اللورا	٠,٠٤
العيوق	ممسك الاعنة	٠,٠٩
رجل (الجوزاء)	الجوزاء	٠,١٥
الشعرى الشامية	الكلب الأصغر	٠,٣٧
الظليم (آخر النهر)	النهر	٠,٥٨
يد الجوزاء(أو منكب الجوزاء)	الجوزاء	متغيّر القدر

النسر الطائر	العقاب	٠,٨٠
الدبران	الثور	٠,٨٥
قلب العقرب	العقرب	٠,٩٨
السماك الأعزل	العذراء	١,٠٠
فم الحوت	الحوت الجنوبي	١,١٦
رأس التوأم المؤخر	التوأمان	١,١٦
الردف (ذنب الدجاجة)	الدجاجة	١,٢٦
المليك (أو قلب الأسد)	الأسد	١,٣٦
رأس التوأم المقدم	التوأمان	١,٥٨

والنجوم في هذه اللائحة مع الأربعة التي تحمل علامة ناقص تعتبر من (القدر الأول)

ويلاحظ القارىء اني كنت أتكلم عن النجوم التي ترى بالعين المجردة. فما الذي يحدث عندما نستعمل أدوات التكبير؟

إنك إذا سلطت المنظار على حقل في السماء كنت ترى فيه بضعة نجوم بالعين المجردة، ستجد ان عدد هذه النجوم قد ازداد وانك أصبحت ترى نجوماً جديدة لم تكن تراها من قبل.

وإذا استعملت مرقباً صغيراً (أي زدت في التكبير) وسلطته على الحقل نفسه سترى ان عدد النجوم قد ازداد ايضاً. وهكذا.. فكلما زدت في التكبير كلما برزت نجو جديدة.

وبناء على ذلك، لم يعد القدر السادس هو الحدّ الأدنى لرؤية النجوم. مباستعمال المراقب أصبح الفلك الحديث يرى نجوماً في غاية الخفوت.

ان مرقب جبل بالومار في كاليفورنيا يرى نجوماً من القدر ٢٣ . وأنت بمنظار جيّد ١٠ × ٤٠ ترى نجوماً من القدر ٩ . وبمرقب ذي شيئية ١٥ سم ترى القدر ١٢,٩ وبمرقب ٢٠ سم ترى القدر ١٣,٥ .

وإذا عرفنا ان كلّ قدر يزيد في لمعانه عن القدر الأخفت منه مرتين ونصف المرة، أدركنا مقدار خفوت النجوم التي أصبحنا نراها في المراقب الكبيرة.

القدر المطلق:

ان اللمعان الذي تحدثت عنه حتى الآن هو اللمعان الظاهريّ الذي نراه بأعيننا أو من خلال

المرقب. والقدر الذي ذكرته هو (القدر الظاهري) أيضاً.

وقد يكون النجم قريباً جدّاً منا فيبدو شديد اللمعان وقد يكون نجم آخر أكثر منه لمعاناً، ولكنه لبعده عنّا يبدو خافتاً.

وقد ذكرت لك في الجدول السابق ان الشعرى اليمانية قدرها (– ١,٤٣) وان نجم (الردف) الذي هو (ذنب الدجاجة) قدره (+١,٢٦). وهذا يعني ان لمعان الشعرى اليمانية أشدّ كثيراً من لمعان الردف. وهذا هو الشيء الصحيح الذي يبدو لنا بالعين المجردة (ظاهرياً). ولكن الشعرى اليمانية قريبة جدّاً نسبيّاً منا. فهي تبعد أقل قليلاً من ٩ سنوات ضوئية بينما يبعد عنا نجم الردف (١٦٠٠) سنة ضوئية.

ولمعرفة اللمعان الحقيقي رأى الفلكيون ان يضيفوا قياساً آخر لبيان هذه الحقيقة. وهو ان يفترضوا ان كلّ النجوم على بعد واحد، وكم سيكون قدر كلّ نجم عندئذ. واختاروا البعد عشرة فراسخ فلكية. والفرسخ الذي يقال عنه باسمه الافرنجي (بارسك) يساوي ٣,٢٦ سنة ضوئية. فإذا وضعت كلّ النجوم على بعد عشرة فراسخ أي ٣٢,٦ س.ض، فكم يكون لمعان كلّ نجم؟ ويمكنك عند ذلك ان تقارن بين أقدار النجوم.

ان لمعان النجم عن هذا البعد يعطينا (القدر المطلق)

والشمس التي قلت عنها فيما سبق ان قدرها (– ٢٧) إذا وضعت على بعد عشرة فراسخ ستكون من القدر الرابع – اي سنعتبرها من النجوم الخافتة نسبياً. والشعرى اليمانية ستكون أشد لمعاناً منها. فهي إذا وضعت على بعد عشرة فراسخ سيكون قدرها ١,٤ . أما الردف فهي على هذا البعد سيكون قدرها – ٧,٣ أي انها تفوق كلّ النجوم التي ذكرناها في لمعانها وتألقها.

الفصل الثامن عشر

تسمية الكوكبات والنجوم والسدم

تسمية الكوكبات:

كان لكل شعب من الشعوب القديمة مفهومه الخاص عن ترتيب النجوم في السماء فكان يرى في أشكالها أبطاله. وأدواته وحيواناته الحقيقية والخرافية. وكوّن أساطيره وطبق هذه الأساطير على ما رأى من تشكيلات النجوم أمام عينيه. غير ان هذه الأمور إذا لم تكن مكتوبة فسرعان ما تصبح طيّ النسيان.

لكن بطليموس الذي كان اغريقيا، مع انه يعيش في الاسكندرية، خلّد لنا أساطير الاغريق عندما رتّب الأشكال أو الصور السماوية في ٤٨ كوكبة ووزّع قصص الأساطير عليها. فأصبحت هذه الأشكال محفوظة في أساطيرها الاغريقية الى يومنا هذا.

وقد أخذ العرب هذه الكوكبات من بطليموس كما هي، وعدّلوا تعديلات طفيفة لا تكاد تذكر. فكوكبة (اوريون الصياد) الاغريقية كانت تعرف في الجاهلية عند العرب باسم (الجوزاء). وسماها الفلكيون العرب (الجبار) وأبقوا على اسم الجوزاء. وكوكبة (اندروميدا) سّموها (المرأة المسلسلة) وان كانوا يجهلون قصة اندروميدا وكيف ربطت في السلاسل على شاطيء البحر تنتظر قيطس كي يأكلها. ان الفلكيين العرب كانوا يجهلون القصة كلها. ولم يكونوا يعرفون (كاسيوبيا)، التي سموها (ذات الكرسي) لأن الصورة التي وضعها بطليموس لها كانت صورة امرأة جالسة على كرسي. حتى ان كوكبة (القيثارة) سّموها (اللورا) بالاسم اليوناني نفسه دون ترجمة... وهكذا.

وفي عصر النهضة أخذ الأوربيون هذه التسميات عن العرب.

كوكبات جديدة:

غير ان الكوكبات الثمانية والأربعين التي وضعها بطليموس والتي أخذها الفلكيون العرب، لم تكن تشمل كلّ نجوم السماء المرئية آنذاك. وحين تقرأ (صور الكواكب) لعبدالرحمن الصوفي، تجد انه يقول أحياناً – والى الشرق (أو الى الغرب) نجوم كثيرة خافتة... الخ. اذن كانت هناك نجوم كثيرة لم تسجّل.

وبعد اختراع المرقب وجد الفلكيون في المناطق ذات النجوم الخافتة نجوماً أخرى لم تكن تشاهد بالعين المجردة.

وبالاضافة الى ذلك، كانت الحضارة قد وصلت الى نصف الكرة الجنوبي – أمريكا واستراليا ونيوزيلاندا وجنوب أفريقيا – فأصبح الفلكيون يرون نجوماً جديدة وكوكبات جديدة حول القطب الجنوبي لم تكن ترى من قبل.

كلّ ذلك كان بحاجة الى تنظيم جديد. وفي سنة ١٩٣٠ أقرّ الاتحاد الفكلي الدولي ٨٨ كوكبة بحدود دقيقة جدّاً بين الكوكبة والأخرى. وقد صدرت الأطالس الفلكية بعد ذلك متمشّية مع هذا القرار ولم يعد هناك خلاف حول هذه القضية.

وقد أخذ الفلك الحديث في الواقع كلّ كوكبات بطليموس، عدا كوكبة واحدة كانت تسمى (السفينة). فقد كانت كبيرة جدّاً صعبة الدراسة لأنها تقع في أقصى الجنوب. فقسموها الى أربع كوكبات جديدة. وقد التفت الفلك الى أقسام كانت جانبية في بعض الكوكبات، فصنعوا منها كوكبات جديدة – مثالنا على ذلك كوكبة (الأسد الأصغر) و(السلوقيان) و(الهلبة).

أما النجوم التي عرفت مجدداً في القسم الجنوبي من السماء فقد صنفت كلّها في كوكبات جديدة أيضاً. فأصبحت رقعة السماء في الكرة الفلكية مغطاة كلّها بالكوكبات، ولم يعد هنا بقعة الاّ وهي مصنفة في احداها.

تسمية النجوم:

ما أظنّ شعباً في العصور القديمة والمتوسطة الاّ وكان يرنو الى السماء ويطيل التأمّل فيها. فالكهرباء لم تكن معروفة والبيوت مظلمة موحشة، وليس للانسان الاّ ان يجلس في العراء إذا كان الجوّ خالياً من البرد والمطر. وعرف من ذلك النجوم والكواكب السيارة ورأى دورتها المنتظمة على أسس دقيقة. ولا بدّ ان كلّ شعب كان يسمّى النجوم ويقرنها بأساطيره، الاّ ان التراث لم يكن مكتوباً فلا

سبيل لدينا لمعرفته.

غير اننا نعرف الكثير عن أسماء النجوم في الجاهلية، إذ نقلها ونقل قصصها لنا تاريخ الأدب والكتب العلمية في الهيئة والانواء.

كان العرب يجدون الخير في (الثريّا) (وهي عنقود مفتوح في كوكبة الثور) ففي نوئها (عند غيابها في الفجر) سقوط الأمطار. وقد سمّوها الثريّا وهي تصغير كلمة ثروى التي تدلّ على الغنى والثروة. وكان هناك نجم متألق يتبعها دائماً أو يدبرها. ولأنه يدبرها في الاشراق ويدبرها في غروبها أيضاً سمته العرب (الدبران) وهو في الواقع نيّر الثور، ويقع الى الشرق منها بحوالي ١٥ درجة.. ولا يزال اسم هذا النجم في الفلك الحديث (Aldebaran).

وقد نظر العرب الى كوكبة اللورا في الجاهلية، ولم يكونوا يعرفونها بهذا الاسم طبعاً. فرأوا نجماً برّاقاً يتلألأ، فتصوروه مع بضعة النجوم التي تحفّ به نسراً ضمّ جناحيه ووقع. ولهذا سموه (النسر الواقع).

وكذلك عندما نظروا الى كوكبة العقاب وجدوا في شكله نسراً طائراً فسمّوه (النسر الطائر). ونجد مثل ذلك (السماك الرامح) في كوكبة العواء. و(السماك الأعزل) في العذراء وهكذا.

ان كلّ الشعوب قد مرّت بمثل هذه التجربة وكانت تسمّى النجوم التي تراها بأسماء خاصة بها.

ولما بدأ تدوين علم الفلك بهيبارخوس ثم بطليموس، كانت هناك نجوم تحمل أسماء. لكن هذه النجوم كانت قليلة جدّاً إذا ما قورنت بنجوم السماء التي يبدو ان لاحصر لها. وحين كتب بطليموس المجسطي ووضع صور الكوكبات لم يكن يجد في كلّ كوكبة الاّ نجماً واحداً أو نجمين لهما أسماء. اذن كيف يعيّن نجوم الكوكبة؟

لقد لجأ الى الطريقة المنطقية المعقولة في هذه الحالة. وهي ان يرسم نجوم الكوكبة ثم يضع أرقاماً لها – ١، ٢، ٣، ٤ ... الخ الى ان يكون كلّ نجم مرئي في الكوكبة قد أخذ رقماً.. فأصبحت هذه الأرقام في الواقع هي الأسماء للنجوم، وأصبح لكل نجم رقم. فإذا قلت النجم رقم ١٠ من كوكبة الدب الأكبر، فإن الفلكي يمكن ان يخبرك عنه وعن موضعه في صورة الدب الأكبر وهكذا.

وحين أخذ العرب الفلك عن بطليموس، فعلوا الشيء نفسه. رسموا صورة الكوكبة نفسها ووضعوا الأرقام نفسها، انما وضعوها على شكل أحرف. فإذا نظرت الى كتاب فلك ورأيت ما فيه من

صور، ستجد ان هناك حرفاً بالقرب من كلّ نجم. أ، ب، ج ثم يب ويج، يد... وهكذا. كانوا يضعون الحروف بحسب ما يدلّ عليه الحرف في حساب الجمّل الذي يبدأ من أ» واحد، ب»٢، ج»٣ ثم الياء عشرة والكاف عشرين.. الخ. انهم يضعون حروفاً ولكنها تعني أرقاماً.

ولكن هذه الأرقام لم تقض على الأسماء الخاصة التي كانت تحملها بعض النجوم. وبقيت هذه الأسماء الخاصة لاصقة بالنجوم المشرقة البراقة طوال كلّ العصور وهي لا تزال شائعة حتى الآن.

وحين أخذ الأوربيون ينقلون العلوم عن العرب، فعلوا الشيء نفسه في وضع الأرقام كأسماء للنجوم. وفعلوا شيئاً اضافيًا. كانت هناك أسماء خاصة عند الشعوب اللاتينية لبعض النجوم المتألقة، وهذه أبقوا عليها ولا تزال في الفلك الحديث. لكنهم نقلوا أسماء كثيرة جدّاً عن العرب. فالاسماء الشهيرة مثل (الدبران) و(الواقع) أبقوها عربية، ولجأوا الى الصفات التي وضعها العرب للنجم فنقلوه كأنه اسم لذلك النجم. فنجد مثلاً أسماء (الصدر) أو(الرجل) أو(العاتق) أو(المنكب)... هذه الصفات التي وضعها العرب أصبحت أسماء في الفلك الحديث. وليس ذلك فقط بل هناك أسماء وضعها المحدثون الأوربيون لم يكن يعرفها العرب، – حتى انها لم تكن صفة يصفون بها النجم – وذلك مثل (اللسعة) الاسم المجاور للشولة في العقرب، أو اسم (الثعبان) الذي وضعوه للنجم الذي سمته العرب (الذيخ) وهو ذكر الضباع، الموجود في كوكبة التنين... وهكذا.

واستمرّ الفلكيون يسمّون النجوم على هذه الطريقة حتى سنة ١٦٠٣ ميلادية، حين نشر باير الفلكي الالماني أطلسه وجاء بطريقة جديدة. لقد استعمل الحروف اليونانية للدلالة على النجوم بدل الأرقام. فالنجم الأكثر لمعاناً يعطيه الحرف (الفا) والذي يليه في اللمعان (بيتا) ثم (جاما) وهكذا. وقد حذا الفلكيون حذوه ولا يزال هذا النظام الذي وضعه باير سارياً في العصر الحديث.

ولهذا كان على الفلكي الهاوي ان يعرف الحروف اليونانية ليستطيع ان يتتبع الأطالس والكتب الفلكية الحديثة.

غير ان الحروف اليونانية عددها ٢٤ وهي لا تكفي عندما يزيد عدد نجوم الكوكبة عن هذا العدد. لاسيما وقد أخذت آلات الرصد الحديثة تكتشف نجوماً وأجراماً جديدة. فما العمل؟

أخذ الفلكيون يستعملون الأرقام مرة أخرى للنجوم التي تفيض عن الحروف اليونانية، ويضعون مع هذه الأرقام حروفاً لاتينية.

والمهمّ هنا هو ان نعرف ان التسمية الأساسية للنجم في الفلك الحديث هي بالحرف اليوناني

مضافاً الى اسم الكوكبة. مثلاً: (الفا قنطورس) و(بيتا الجوزاء) و(جاما العقاب)... الخ. وتأتي بعد ذلك أسماء النجوم الخاصة بها، وقد بقي منها قيد الاستعمال حوالي ثلاثمائة اسم. وقد قمت بجمع ٢٥٤ اسماً في بحث من البحوث فوجدت ان ١٩٠ اسماً ترجع الى أصل عربي، قد تكون عربية أو مشتقة منها. الاّ ان الشائع في الاستعمال بضع عشرات فقط. أما باقي الأسماء فتجدها في الأطالس والكتب هنا وهناك.

وقد يكتب الاسم الخاص وحده دلالة على النجم أو يكتب مقروناً بالحرف اليوناني – الدبران (الفا الثور)، النسر الواقع (الفا اللورا)، يد الجوزاء (بيتا الجوزاء)....

تسمية السدم:

كان شارل ميسييه فلكيا كبيراً في أواخر القرن الثامن عشر، وكان مولعاً باصطياد المذنبات. كانت هناك أجرام سماوية تعكّر صفوه في هوايته هذه عند محاولته الاصطياد، فتبرز له في حقل النظر في المرقب، فيحتار فيها: هل هي مذنب جديد أم جرم من الأجرام التي تعكر الصفو؟. فقام بوضع لائحة طويلة يعين مواقع هذه الأجرام ويحدد لكل واحدة منها الميل والصعود المستقيم. القصد منها بالطبع التنبيه على زملائه لمعرفة هذه الأجرام فلا يختلط عليهم الأمر في أثناء قيامهم بعملية الصيد. كانت القائمة التي وضعها فيها ١٠٤ من هذه الأجرام، زيدت فيما بعد الى ١١٠ .

لكن الغريب ان الفلكيين الآن كلهم يجهلون المذنبات التي اصطادها ميسييه (اللهم الاّ من تخصص في تاريخ المذنبات) ويعرفون لائحته معرفة جيّدة.

وكانت هذه اللائحة تضمّ سدما وعناقيد كروية وعناقيد مفتوحة، مما كان يراه ميسييه في فرنسا، أي انه لم يذكر الأجرام المماثلة في أقصى الجنوب.

وعلى الرغم من هذا النقص فإن هذه التسمية لا تزال هي الدارجة عند الفلكيين حتى الآن. ويذكر الجرم فيها بالرقم الذي يحمله في هذه اللائحة مسبوقاً بحرف (M) التي تعني (ميسييه). مثلاً (M1) هو سديم السرطان في كوكبة الثور (وليس في كوكبة السرطان وانما سُمّي بهذا الاسم لشكله الذي يشبه السرطان)

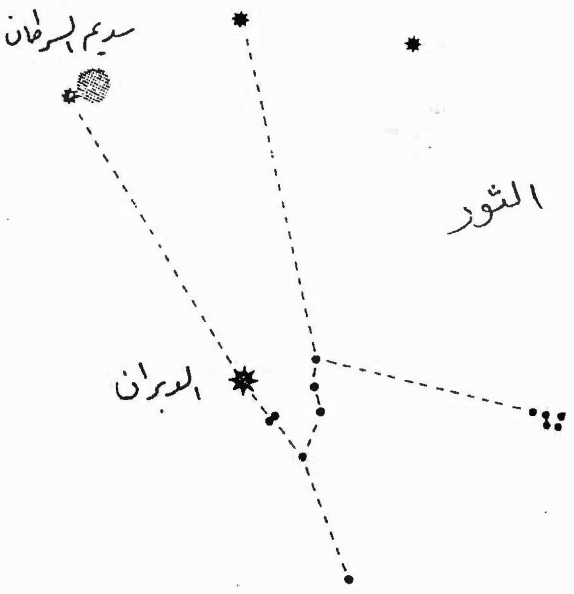
(M45) هي الثريا. عنقود مفتوح في كوكبة الثور أيضاً.

(M31) هي مجرة المرأة المسلسلة، أو اندروميدا.

وبما ان لائحة ميسييه غير كاملة، فقد ظهرت لوائح أخرى تحاول ان تغطي هذا النقص. ويبدو

ان الذي حاز على رضى الفلكيين (هو الدليل العام الجديد) (NGC). والكلمة اختصار (New General Catalogue) الذي وضعه drayer سنة ١٨٨٠ . وقد أصبح هذا الدليل واسع الانتشار. والأجرام فيه تحمل أرقاماً مسبوقة بثلاثة حروف هي (N.G.C).

وأنت اليوم في أثناء مطالعتك للكتب والأطالس والمجلات الفلكية ستجد عادة نوعين من التسميات: إمّا أرقاماً مسبوقة بحرف (M) وهذه تتبع دليل ميسييه، أو أرقاماً مسبوقة بثلاثة حروف (N.G.C) وهي تتبع الدليل العام الجديد.



خريطة كوكبة الثور لكي تستدلّ بها على سديم م(١) سديم السرطان.

الفصل التاسع عشر

وحدات القياس الفلكية

السنة الضوئية:

مع ان هذا التعبير يدلّ على زمن الا انه يستعمل في الفلك لقياس المسافات. فالفضاء واسع والمسافات فيه شاسعة، نحن بحاجة إلى وحدة قياس اكبر من الكيلو متر والميل.

ان القمر يبعد عنّا (٤٠٠,٠٠٠) كيلو متر. وهذا رقم من السهل ان نحفظه. والشمس تبعد عنا حوالي مائة وخمسين مليون كيلو متر، وهذا من السهل ان نحفظه ايضاً. ولكن الشعرى اليمانية تبعد عنا حوالي (٨٥,١٤٧,٢٠٠,٠٠٠,٠٠٠) كيلو متر. والنجم القطبي يبعد حوالي (٧,٣٩٨,٣٤٥,٦٠٠,٠٠٠,٠٠٠) كيلو متر. فكيف بالله عليك تقرأ هذه الارقام؟ وكيف تحفظها؟

لهذا السبب رأى الفلكيون ان يستعملوا السنة الضوئية لقياس هذه المسافات الضخمة بطريقة تسهل قراءتها وحفظها.

والسنة الضوئية هي المسافة التي يقطعها الضوء اذا سار سنة كاملة.

فمن المعروف ان الضوء يسير في الثانية الواحدة (٣٠٠,٠٠٠) كيلو متر.

وهو يسير في الدقيقة – ٣٠٠,٠٠٠ × ٦٠ = ١٨٠٠٠,٠٠٠ كيلو متر.
وهو يسير في الساعة – ١٨,٠٠٠,٠٠٠ × ٦٠ = ١٠٨٠,٠٠٠,٠٠٠ كيلو متر.
ويسير في اليوم – ١٠٨٠,٠٠٠,٠٠٠ × ٢٤ = ٢٥,٩٢٠,٠٠٠,٠٠٠ كيلو متر.
ويسير في السنة – ٢٥,٩٢٠,٠٠٠,٠٠٠ × ٣٦٥ = ٩,٤٦٠,٨٠٠,٠٠٠,٠٠٠ كيلو متر.

واذا شئنا ان نختصر قليلاً نقول ان السنة الضوئية تساوي الرقم ٩ وامامه اثنا عشر صفراً. ويصبح من السهل علينا ان نتكلم بهذه اللغة فنقول بأن القمر يبعد عنا حوالي اربعمائة الف كيلو متر فهو يبعد ثانية وثلث الثانية ضوئية، والشمس تبعد مائة وخمسين مليون كيلو متر فهي تبعد ثماني دقائق

ضوئية وثلث الدقيقة تقريباً.

اما الشعرى اليمانية التي تبعد تسع سنوات تقريباً فنتكلم عنها برقم السنوات ولا يعود بنا احتياج لذكر عدد الكيلومترات. وبالمثل لا نذكر الكيلو مترات عن بعد النجم القطبي وانما نقول انه يبعد ٧٨٢ سنة ضوئية. فنجد الآن اننا اصبحنا نتعامل مع ارقام سهلة يسيرة الحفظ.

وترتفع ارقام السنوات الضوئية كلما اخذنا ننظر إلى اجرام ابعد. فمجرة المرأة المسلسلة (الاندروميدا) تبعد أكثر من مليوني سنة ضوئية، وهناك مجرات واجرام تبعد الاف الملايين من السنين الضوئية.

هذه الارقام، على الرغم من ضخامتها الحقيقية – الا اننا نستطيع ان نتحدث عنها ونتناقلها بفضل هذه الوحدة الجديدة التي هي السنة الضوئية.

على اية حال، فهناك مضمون غريب لهذه الابعاد ارجو ان لا يغيب عن بالك ايها القارىء. فالضوء اسرع وسيلة يمكن ان تنقل بها الاخبار في الكون. وعندما نقول بأن النجم القطبي يبعد عنّا ٧٨٢ سنة ضوئية، فان معنى ذلك ان الضوء الذي نراه الان منه كان قد صدر عنه منذ ٧٨٢ سنة من الزمن. اي اننا نراه الآن في الحالة التي كان عليها قبل هذه المدة الطويلة. امّا ما شأنه الآن وهل لا يزال كما كان؟ ام هل اصابته كارثة قضت عليه؟ اننا لا ندري ولا يمكن ان ندري إلا بعد مرور هذه الحقبة الطويلة. كلّ ما يمكن ان نحكمه عليه هو ان نقول انه قبل ٧٨٢ سنة كان سليماً معافى لا يزال يصدر اشعته المعتادة.

وبالمثل، لو فرضنا ان حول النجم القطبي كواكب فيها احياء ذوو حضارة وعندهم مراقب متقدمة جداً بحيث يرون فيها تفاصيل ما يحدث الآن على الارض، فانهم في هذه الساعة سيرون ان الحضارة العربية في ايام مجدها. سيرون ان معركة حطين تحدث سنة ١٩٦٩ وسيشاهدون في هذه السنة انهيار او سقوط المملكة اللاتينية في القدس على يد صلاح الدين، ثم سيرون الحملة الصليبية الثالثة وكيف يتجمع قادتها فردريك بربار وسا وفيليب اغسطس الفرنسي وريتشارد قلب الاسد ليقوموا بحملتهم في سنة ١٩٧١، وكيف يستولي الصليبيون على عكا سنة ١٩٧٣، وكيف تنتهي الحملة الصليبية الثالثة دون ان يستعيد الصليبيون القدس.. وهكذا. انهم لم يروا بعد اجتياح هولاكو لبغداد وتدمير بغداد والخلافة العباسية. انهم سيشاهدون هذه الاحداث في سنة ٢٠٤٠ .

حقائق غريبة. أليس كذلك؟ ولكن ماذا نعمل اذا كانت هذه هي حقائق الكون الذي نعيش فيه؟

الوحدة الفلكية:

هي وحدة تستعمل في القياسات المعتدلة المسافة، وقلّ ان تستعمل في قياسات المسافات بين النجوم.

والوحدة الفلكية هي المسافة ما بين مركز الشمس ومركز نظام الارض – القمر. ولك بالتقريب ان تعتبرها المسافة ما بين الارض والشمس – اي حوالي ١٥٠ مليون كيلو متر.

الفرسخ الفلكي:

وحدة اخرى لقياس المسافات الفلكية. يبلغ طوله ٣,٢٦ سنوات ضوئية، او ٢,٦٢٦٥ وحدة فلكية.

وقد اشتقه الفلكيون من الافتراض التالي: عندنا مثلث قاعدته المسافة بين الارض والشمس – اي وحدة فلكية – وفي زاوية الرأس جرم سماوي. فما هو البعد الذي يكون فيه هذا الجرم اذا كانت زاوية الرأس مقدارها ثانية واحدة؟

والثانية هي جزء من ٦٠ جزءاً من الدقيقة، والدقيقة هي جزء من ٦٠ جزءاً من الدرجة. اي ان الثانية تساوي جزءاً من ٣٦٠٠ جزء من الدرجة.

في هذه المسألة مثلث، قاعدته ١٥٠ مليون كيلو متر، وهو متساوي الساقين، وزاويتا القاعدة تساوي كل منهما (٩٠ درجة ناقص نصف ثانية)، فكم سيكون بعد زاوية الرأس؟

انها مسألة هندسية بسيطة من هندسة اقليدس. واذا حاولت حلّها ستجد ان بعد زاوية الرأس يساوي ٣,٢٦ سنة ضوئية. والجرم السماوي الذي يكون على هذا البعد ستكون (زاوية تزيح) فيه ثانية واحدة.

ان اي جرم سماوي، اذا كانت زاوية التزيح فيه بالنسبة لنا، ثانية واحدة، يكون بعده عنا فرسخاً فلكياً واحداً.

الدرجة والدقيقة الثانية:

اظنّ انك الآن تعرف الدرجة بعد ان تحدثت لك عنها في صدد الميل والصعود المستقيم. واصبحت تعرف كيف تقيسها باصابع اليد في صفحة السماء.

والدرجة – سواء في تطبيقها العملي في السماء او في الهندسة – تقسم إلى ٦٠ دقيقة، وكل دقيقة تقسم إلى ستين ثانية.

وستجد في اثناء الرصد العملي انك بحاجة إلى معرفة تقريبية لهذه القياسات، فلا بأس ان اذكر لك شيئاً منها لكي تسير في هوايتك وانت راسخ القدم.

حين تكتب رقماً يدل على الدرجات في اللغة العربية ترسم في اعلى الرقم من اليسار دائرة صغيرة جداً هي رمز للدرجات. مثلا ٩° او ٢٥° . اما الدقائق فانك ترسم على اعلى الرقم من اليسار شكلة نصب مثلاً – ٦َ او ١٢َ . وفي الثواني ترسم في اعلى الرقم من اليسار شكلتي نصب – مثلا: ٣ً او ٨ً.

واذا وجدت رقماً كهذا: ١١° ٦َ ٢٩ً فتقرأه – احدى عشرة درجة وستّ دقائق و٢٩ ثانية.

ارقام كهذه ستجدها كثيراً عندما يريد الفلكيون ان يعيّنوا درجة الميل لجرم من الاجرام، وقد تجدها احياناً لتعيين درجة الصعود المستقيم، غير ان معظم الفلكيين يعينون الصعود المستقيم بالساعات وكسورها.

ان حقل المنظار (٨ × ٣٠) هو عادة ٧ درجات. اي انك ترى فيه اربعة عشر بدراً مصفوفة قرب بعضها، لوكان هناك صفّ من بدور كهذه. فالبدر قطره نصف درجة تقريباً. اما في منظار (١٠ × ٥٠) فان الحقل يكون عادة ٥ درجات.

ومن العبث طبعاً ان اذكر لك حقل المرقب وقطره. فانت تستعمل فيه عدّة عينيات ولكلّ عينية حقل يختلف عن الاخرى. كلما كبرت بؤرة العينية كلما كبر حقل النظر. وقد عرفنا الان ان الحقل يكبر كلما صغرت بؤرة الشيئية. على اية حال، فيمكنك ان تحمل فكرة عن الحقل اذا وجهت المرقب إلى البدر. ان قطر البدر يساوي نصف درجة، أي ثلاثين دقيقة او ١٨٠٠ ثانية. واذا زدت التكبير حوالي سبعين مرة فانك ترى البدر يملأ الحقل. معنى هذا ان الحقل نصف درجة... وهكذا.

والقياس بالثواني يلعب دوراً هامّاً في رصد النجوم الثنائية. فالنجم الثنائي هو نجمان، وقد يكون اكثر من نجمين، يدوران حول بعضهما. والبعد بين النجمين في الثنائي يختلف من نظام إلى آخر. فقد يكون النجمان متباعدين بحيث يراهما المرء بالعين المجردة، وقد يكونان متقاربين بحيث لا تستطيع ان تفرّق بينهما حتى بالمرقب.

على اية حال، فالبعد الفاصل بين النجمين في الثنائي تجده في الاطالس الفلكية وفي كتب

الرصد، كهذا الكتاب. وهذه الكتب تذكر لك الفاصل بالثواني.

انك بالعين المجردة تستطيع ان تفرق بين نجمين اذا كان الفاصل بينهما ٨ ثوان او اكثر. ولكنك بالمرقب تستطيع ان تفرق بينهما اذا كانت المسافة بينهما اقلّ من ذلك.

وهناك صفة في المرقب اسمها (قوّة التفريق)؛ وهي قدرته على الفصل بين نجمين اذا كانا متقاربين. وقوّة التفريق تعتمد على كبر الشيئية في المرقب. كلما كانت الشيئية أكبر كانت قوة التفريق اكبر.

واليك لائحة بهذا الشأن:

قطر الشيئية بالميلليمتر	الثواني التي تستطيع ان تفرّق بينها
٧٥	١,٥٢ ثانية
١٠٠	١,١٤ ثانية
١٥٠	٠,٧٦ ثانية
٢٠٠	٠,٥٧ ثانية

اي ان الشيئية اذا كان قطرها ٢٠ سنتمتراً، سواء كانت مرآة عاكسة ام عدسة كاسرة، فانها تقدر ان تفرّق بين نجمين اذا كان الفاصل بينهما ٠,٥٧ ثانية.

ولنفرض انك كبرت المنظر في مرقب ٧٥ ميلليمتراً إلى درجة تعادل التكبير في مرقب ٢٠٠ ميلليمتر. انك سترى التفريق واضحاً في المرقب الكبير بينما لن يظهر لك في الصغير رغم ما قمت به من تكبير. ولن ترى فاصلاً بين النجمين. واذا كان الفاصل بينهما ثانية واحدة فانك ستراهما نجماً واحداً.

المهمّ في هذه الحالة هو مقدار الضوء الذي تجمعه الشيئية لا مقدار التكبير. واودّ ان الفت انتباهك إلى ان اللائحة التي ذكرتها لك هي صحيحة في احوال الطقس الملائمة.

الفصل العشرون

المطياف

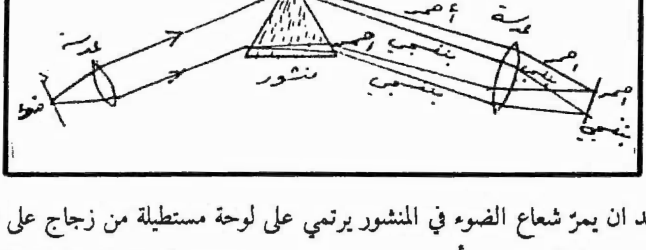
المطياف هو منشور زجاجي عندما يمرّ الضوء فيه فإنه يتحلّل إلى الوان عديدة هي الوان الطيف.

وقد مرّ بنا ذكر المنشور حينما تحدثت للقارىء عن المنظار. لكنه في حالة المنظار لا يستعمل لأنه يحلّل الضوء وانما يستعمل كمرآة صغيرة لمجرّد عكس الضوء فقط.

وقد مرّ بنا ذكر انكسار الضوء في العدسة حينما تحدثت عن المرقب الكاسر. وذكرت ان هذا الانكسار في الضوء الذي يحدث في العدسة يحلّل الضوء ويسبب الزيغان اللوني.

غير اننا في المطياف نفتش عن هذا الانكسار ونبغيه. فهو الذي سيقوم بتحليل الضوء الذي نهدف اليه.

شكل (٢٠ : ١)
نظرية المطياف



وبعد ان يمرّ شعاع الضوء في المنشور يرتمي على لوحة مستطيلة من زجاج على شكل الوان متداخلة في بعضها بالتدريج تبدأ من الاحمر في اليمين وتتدرج نحو اليسار إلى البرتقالي فالاصفر

فالاخضر الفاتح فالاخضر الغامق فالجنزاري فالازرق فالنيلي فالبنفسجي. والواقع ان هذه هي الالوان التي استطعت ان اقرأها من صورة ملونة امامي. اما انت فقد تستطيع ان تقرأ الواناً اكثر.

هذه اللوحة من الالوان تسمّى الوان الطيف. ومن هنا سُمّيت الآلة التي تظهرها بالمطياف. وترتيب الالوان فيها هو بالضبط مثل ترتيب الالوان في قوس قزح. وقوس قزح الذي نراه احياناً في الشتاء بعد ان تكون الدنيا قد امطرت وانجابت الغيوم من ناحية من السماء فطلعت الشمس منها، ما هو الا لأن أشعة الشمس سقطت على القطيرات المائية العالقة في الجوّ، فقامت هذه القطيرات بكسر الاشعة وفعلت فعل المنشور، فحللتها إلى طيف.

ان الطيف الذي يرميه المطياف امكن استخدامه في مجالات غير قليلة في علم الفلك، واصبح ذا فضل كبير في اغراض مختلفة، اذكر لك منها ما يلي:

اولاً – معرفة العناصر في الاجرام السماوية:

اذا اخذت تتمعّن الطيف الجميل امامك، فانك سترى خطوطاً سوداء رفيعة جداً تقطعه طولياً فتعكر الانسجام بين الوانه المتناسقة.

وقد كانت هذه الخطوط مشكلة في المطياف في اوائل ايام اكتشافه قبل حوالي ١٥٠ سنة. ولكن الاستاذ كيرشوف استاذ الفيزياء الالماني عثر على الحلّ صدفة. كان يفحص طيف الغاز الناتج عن احتراق الصوديوم، فوجد خطين في مكان معين من الطيف. وكانا خطين لامعين. وحين جاء بضوء واخذ يفحصه بعد ان يمرّ في بخار الصوديوم، وجد الخطين نفسهما ولكن لونهما اسود.

وفحص غازات اخرى لعناصر اخرى. فوجد ان الغاز اذا كان نفسه هو الذي يصدر الاشعة الضوئية فإنه يرسم خطوطاً براقة في الطيف، واذا كان في طريق ضوء آخر فان الخطوط نفسها تظهر لكن سوداء اللون.

وكانت الخطوط التي يصدرها غاز من عنصر ما ثابتة دائماً في مواضعها لا تتغير، وهي تختلف عن الخطوط التي يرسلها عنصر آخر. ان لكلّ عنصر خطوطه الخاصة به.

وحين اكتشفت هذه الحقيقة اصبح في الامكان ان نعرف العناصر التي توجد في الاجرام السماوية. وما علينا الا ان نسلط المطياف نحو الجرم ونتعرف على الخطوط الموجودة في الطيف. ومن هذه الحقيقة عرف العلماء عنصر الهيليوم في الشمس قبل ان يكتشفه الكيميائيون على الارض. واسم الهيليوم هو الاسم اليوناني للشمس.

ثانياً – اقتراب الاجرام او ابتعادها عنّا:

اذا سلطنا فتحة المطياف على جرم من الاجرام، ونظرنا إلى الطيف، فاننا نجده احياناً قد تحرك من موضعه إلى ناحية الاحمر واحياناً اخرى نجده قد تحرك إلى ناحية البنفسجي.

وقد استنتج الفلكيون من هذه الظاهرة ان الانزياح نحو الاحمر هو دليل على ان الجرم الذي يرسل الضوء إلى المطياف، يبتعد عنّا. وهو في اثناء ابتعاده تطول الموجات الضوئية الصادرة عنه. وعلى العكس من ذلك اذا كان هناك انزياح نحو البنفسجي كان معنى ذلك ان الجرم يقترب منا.

هذه الظاهرة تعرف في الفيزياء باسم (اثر دوبلر). فقد بحثها العالم الفيزيائي دوبلر في موجات الصوت. اذاكنت واقفاً بالقرب من خط سكة الحديد ومرّ بك قطار مسرع وهو يصفر، فستسمع أن الصفير وهو قادم اليك حادّ مزعج يؤذي سمعك، حتى اذا تجاوزك اخذت حدة الصفير تخفّ والازعاج يخفّ تبعاً لذلك. والسبب في هذا هو ان موجات الصوت حين يكون القطار قادماً اليك تكون قد اضيفت اليها سرعة القطار واصبحت اقصر مما هي عليه في الحقيقة. والموجات الصوتية القصيرة مزعجة للسمع. وعلى العكس من ذلك اذا اخذ القطار يبتعد عنك.

(اثر دوبلر) هذا موجود في الموجات الضوئية ايضاً. واستطالة الموجات تسبّب انزياح الطيف نحو الاحمر وقصرها يسبب انزياحه نحو البنفسجي.

وقد استطاع الفلكيون من مقدار الانزياح ان يحدّدوا السرعة التي يبتعد الجرم فيها عنا او يقترب منا.

ومن هذا الاثر، عرفوا ان كل المجرات التي تراها المراقب تتباعد عنا، ومنها ما يتباعد بسرعة هائلة لا يكاد يصدقها العقل. وكان من انزياح الطيف نحو الاحمر ان نشأت نظرية تمدد الكون. والواقع انها لا تعتبر نظرية اليوم وانما هي حقيقة من حقائق الكون.

ثالثاً – تصنيف النجوم بحسب طيوفها:

مع ان طيوف النجوم تشبه طيف الشمس في الاساس، إلا أن هناك اختلافات كبيرة في التفاصيل وبعد أن عرف الفلكيون تفسير الخطوط السوداء (او البراقة) في المطياف، راحوا يدرسون طيوف النجوم لمعرفة ما فيها من غازات العناصر.

وقد وجدوا ان نجماً مثل (الشعرى اليمانية) في طيفه خطوط سوداء بارزة تدلّ على وجود

الهيدروجين. بينما وجدوا في نجم (رجل الجبار) في كوكبة الجوزاء طيفاً يدّل على غزارة عنصر الهيليوم.

ومنذ حوالي مائة عام، راح الفلكيون يصنفون النجوم بحسب طيوفها. فمن هذه الطيوف ومن لون النجم الظاهر في السماء، كانوا يقدّرون درجة حرارة السطح. فنشأ لدينا تصنيف جديد من النجوم بحسب درجة حرارة سطوحها. واعطوا كلّ صنف منها اسماً خاصّاً على شكل حرف من الحروف اللاتينية يدّل على الصنف الذي هو منه.

والتصنيف الذي استقرّ عليه الفلك الآن هو التالي:

الطيف	درجة حرارة السطح	امثلة من نجوم هذا الطيف
O	٣٥٠٠٠	نجم (النطاق) ونجم (المنطقة) في الجوزاء
B	٢٥٠٠٠ – ١٥٠٠٠	(القائد) من الدب الاكبر (السماك الاعزل) من العذراء
A	١١٠٠٠ – ٨٧٠٠	(المئزر) من الدب الاكبر و (النسر الواقع) من اللور او (الشعرى اليمانية) من الكلب الاكبر
F	٧٦٠٠ – ٦٥٠٠	(النجم القطبي) من الدب الاصفر و (سهيل) من القاعدة و (الشعرى الشامية) من الكلب الاصغر
G	٦٠٠٠ – ٥٥٠٠	(الشمس) و (العيوق) من ممسك الاعنة و(ورجل قنطورس اليمنى) من قنطورس
K	٥١٠٠ – ٤٤٠٠	(الدبران) من الثور و (الدبة) من الدب الاكبر و(السماك الرامح) من العواء
M	٣٦٠٠ – ٢٩٠٠	(قلب العقرب) من العقرب و (رأس التوأم المقدم) من التوأمين
N	حوالي ٢٠٠٠	من الصعب رؤيتها بالعين المجردة لخفوتها، قليلة نسبياً.

والواقع ان الفلكيين قسّموا كلّ مرتبة من هذه المراتب إلى عشرة اقسام ايضاً، ويضعون بعد الحرف الذي يدلّ على المرتبة رقماً للدلالة على منزلة النجم في هذه المرتبة. فنجد ان (النسر الواقع) هو من مرتبة (A0) ويليه (الشعرى اليمانية) من مرتبة (A1) ثم (المئزر) (A2).

الفصل الحادي والعشرون

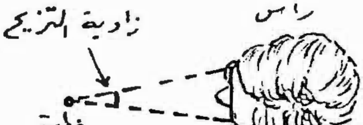
قياس الابعاد الفلكية

هل تعلم ايها القارىء انك بارع في حساب المثلثات دون ان تدري؟ ولست انت وحدك، بل كل انسان بارع مثلك.

ضع امامك على الطاولة قطعة نقود تبعد اكثر من نصف متر. مدّ يدك لكي تضع السبابة في منتصف قطعة النقود، اي في مركزها. ستجد انك تفعل ذلك بسهولة دون ان تخطىء. الآن، اغلق احدى عينيك، وجرّب ان تمدّ يدك لكي تضع طرف السبابة في مركز قطعة النقود. ستجد انك في الغالب لن تنجح. ما السبب؟ لماذا نجحت في المرة الاولى ولم تنجح في الثانية؟

عندما استعملت عينيك الاثنتين كان في دماغك حاسب الكتروني اجرى الحساب التالي:

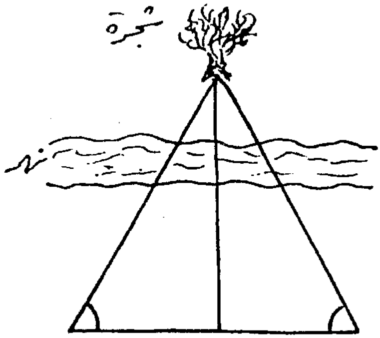
مثلث متساوي الساقين، قاعدته المسافة ما بين عينيك، وزاوية الرأس فيه هي قطعة النقود. ودماغك يعرف زاويتي القاعدة من انحراف عينيك حين تنظر إلى قطعة النقود، ويعرف بناء على ذلك زاوية الرأس. فيجري الحساب بسرعة فائقة ويعرف بعد القطعة عنك في لمح البصر. شكل (٢١ : ١)



شكل (٢١ : ١)
الحاسب الالكتروني في دماغك

على هذا الاساس يستطيع المهندسون ان يعرفوا لك بعد شيء بعيد بالطريقة نفسها، ولكنهم يجعلون قاعدة المثلث اكبر. لنفرض انهم يريدون معرفة شجرة على الشاطىء الآخر من النهر. انهم

يقيسون الزاوية من موضعين، ويجرون حساباتهم فيعطونك البعد المطلوب.



شكل (٢١ : ٢)
كيف يقيس المهندسون بعد شجرة يفصلها عنهم نهر.

كلّ ما عمله المهندس في هذه الحالة هو انه اتخذ قاعدة اوسع من تلك التي تقع ما بين العينين، فقاس الشجرة من قاعدة طولها بضعة امتار.

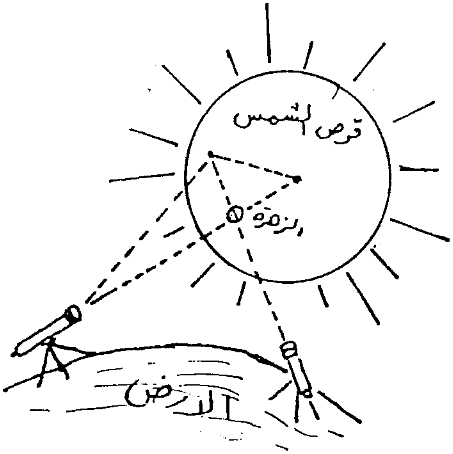
وكلما كان الشيء الذي نريد معرفة بعده بعيداً عنا كلما احتجنا إلى قاعدة اطول للمثلث الذي نقيس منه الزاوية.

وفي قياس بعد القمر، يتفق مرصدان، البعد بينهما معروف بالكيلومترات او الاميال، ويصوّران القمر في اللحظة نفسها. وستظهر في الصورة النجوم المحيطة بالقمر في تلك اللحظة. ويجد الفلكيون ان القمر في الصورتين يختلف في موضعه بالنسبة لما يحيط به من نجوم. من هذا الاختلاف يعرفون زاوية التزيح، والتي تبلغ عادة ٥٧ دقيقة و ٢,٧ ثانية (حين يكون القمر في بعده الاوسط عنّا) وهذه تشير إلى ان بعده يساوي ٣٨٤٤٠٣ كيلومترات.

اما الشمس فان قياس بعدها ليس بهذه السهولة. فعندما نصوّرها لن تظهر بقربها نجوم لأن ضوءها ساطع جداً يخفي كل ما حولها من اجرام.

الحالة النادرة التي يمكن ان تصوّر الشمس وما حواليها من نجوم هي في الكسوف الكلّي للشمس. انك عندئذ ترى الشمس المكسوفة او ما بقي منها وترى ما حولها. ولكن صورة واحدة لا تكفي لكي تعرف منها (زاوية التزيح). انك تحتاج إلى صورة اخرى للمقارنة يأخذها زميل لك عن بعد مئات الاميال، وفي اللحظة نفسها. وهذا لن يتسنّى لك ولا لغيرك. فالكسوف الكلي على ندرته، ذو نطاق محدود جدّاً. ولهذا لجأ الفلكيون إلى طريقة ملتوية لمعرفة بعد الشمس عن الارض.

وكان اول من قاس بعد الشمس بدقة هو العالم الفرنسي (لاكاي) سنة ١٧٥٢م. فكوكب الزهرة، في مواعيد معروفة، تكون بيننا وبين الشمس مباشرة، ويرى الفلكيون قرصها وهو يعبر قرص الشمس. واذا رصدها فلكيان في الوقت نفسه سيرى كلّ واحد منهما ان الزهرة في بقعة معينة من قرص الشمس غير البقعة التي يراها فيها الآخر. كان الفرق بين موضعي الزهرة عند (لاكاي) وزميله ٢٠ ثانية فقط. ومن هذا استطاع لاكاي ان يحسب بعد الشمس عنا وبعد الزهرة ايضاً.



شكل (٢١:٣)
من مراقبة قرص الزهرة عن قرص الشمس في موضعين، استطاع (لاكاي) أن يعرف بعد الشمس وبعد الزهرة

قياس ابعاد النجوم:

ان قياس الاجرام في النظام الشمسي تكفيه عادة قاعدة مثلث على سطح الارض لكي نعرف زاوية التزيح. فمجرّد وجود مرصدين على ارضنا هذه، يبعدان بضع عشرات او مئات الكيلومترات، اذا اتفقنا على ان يأخذا في نفس الوقت صوراً للقمر او الشمس او اي كوكب آخر، فان باستطاعة الفلكيين بمقارنة هذه الصور ان يعرفوا زاوية التزيحّ، فيعرفوا بعد الجرم عنا تبعاً لذلك.

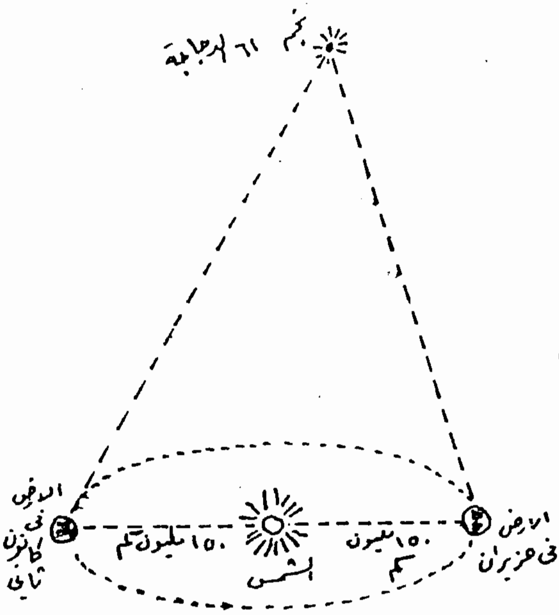
غير ان النجوم بعيدة جدّاً. فاذا كان بعد الشمس عنا ٨ دقائق ضوئية فان بعد اقرب نجم الينا يبلغ ٤,٣ سنوات ضوئية. وهذا البعد يحتاج إلى قاعدة كبيرة لمثلث كبير – قاعدة لا تقاس بالعشرات او المئات او الالاف من الكيلومترات (اي البعد بين المرصدين). اننا بحاجة هنا إلى قاعدة طولها ملايين الكيلومترات. وهذه المسافة التي تبلغ ملايين الكيلومترات لا يمكن ان توجد على سطح الارض، لأن سطح الارض اصغر من ذلك بمراحل.

اذن ما العمل؟

ان الارض تدور حول الشمس. ويمكن ان نقيس زاوية نجم، او ان نأخذ له صورة ونحن في

ناحية من مدار الارض، ثم نأتي ونقيس الزاوية او نأخذ صورة مرة ثانية، بعد ستة شهور، اي حين تكون الارض في الطرف الآخر من مدارها حول الشمس. وما دامت الشمس تبعد عنا ١٥٠ مليون ميل، اذن سيكون البعد بين الرصدين كما يلي: ١٥٠ مليون + ١٥٠ مليون = ٣٠٠ مليون ميل. وهذا الرقم هو طول قاعدة المثلث المطلوب.

ان مثلثاً بقاعدة بهذا الطول تصلح لقياس زاوية التزيح، وتصلح لقياس النجوم القريبة نسبيّاً. وستكون النجوم البعيدة خلفية جيدة للقياس. انظر شكل (٢١:٤)



شكل (٢١:٤)
لمعرفة ابعاد بعض النجوم، أخذ الفلكيون طرفي مدار الأرض حول الشمس قاعدة المثلث الذي يظهر في هذا الشكل. وزاوية التزيح فيه لنجم ٦١ الدجاجة

وعندما تحدثت للقارىء عن الفرسخ الفلكي، قلت له: ان المثلث الذي نبتدىء منه قياسنا تكون قاعدته وحدة فلكية، وزاوية الرأس تكون ثانية واحدة. والفرسخ الفلكي بناء على ذلك هو البعد الذي يفصل بيننا وبين رأس هذا المثلث. والواقع ان الشكل المرفق (٢١:٤) اذا ادخلناه في الحساب لا يعطينا الفرسخ الفلكي، وذلك لأن القاعدة وحدتان فلكيتان من ناحية ومن الناحية الاخرى فإن زاوية التزيح في هذا الشكل ستكون اقلّ من ثانية.

وكان اول عالم قام بقياس بعد احد النجوم هو الفلكي الالماني (بيسيل) سنة ١٨٣٨ . كان

يشتغل في تأليف كتاب دليل عن النجوم ويقارن بين دليله هذا ودليل غيره من العلماء. فاختار النجم (الدجاجة ٦١) عن غير عبث، فقد لاحظ ان هذا النجم يتحرك قليلاً كل سنة (خمس ثوان في السنة) في ارجاء السماء. وكان هذا النجم من القدر الخامس بحيث لم يجده باير جديراً بأن يعطيه حرفاً يونانياً لتسميته. ولهذا اخذ رقماً واصبح اسمه (٦١ الدجاجة).

وما دام هذا النجم يتحرك في السماء ونرى حركته او نلاحظها بالرصد الطويل طبعاً، لهذا يجب ان يكون نجماً قريباً. واخذ يجري الطريقة التي سبق شرحها. فقاس موضعه بين النجوم واعاد القياس بعد ستة شهور. فوجد ان هناك تزيحاً مقداره ٠,٣ الثانية. وهذا يعني ان بعده ١١ سنة ضوئية. وقد كان قياسه لافتاً للانتباه في دقته واتقانه وان كانت آلاته ليست في مستوى آلات هذه الايام. والتقدير الصحيح لبعد هذا النجم الان هو ١٠,٧ سنة ضوئية.

وقد قيست بعده نجوم عديدة اذكر منها التالية:

اسم النجم	زاوية التزيح	بعده بالسنين الضوئية
رجل قنطورس اليمنى	٠,٧٦ ثانية	٤,٣
العيوق	٠,٠٧٣ ثانية	٤٥
قلب الاسد (المليك)	٠,٠٣٩ ثانية	٨٥
السماك الاعزل	٠,٠٢١ ثانية	٢٢٠

ولكن قياس ابعاد النجوم بهذه الطريقة له حدوده. فهو صحيح لقياس البعد حتى ١٥٠ سنة ضوئية تقريباً. الا ان زاوية التزيح تصبح بعد ذلك صغيرة جداً ويصبح قياسها مشكوكاً فيه، على الرغم من دقة آلات الرصد في ايامنا هذه.

النجوم القيفاوية:

ستعرف النجوم المتغيرة عندما يأتي شرحها في الفصول القادمة. ومن النجوم المتغيرة نوع اسمه القيفاويات، نسبة إلى النجم (دلتا قيفاوس) اول نوع اكتشفت فيه هذه الظاهرة. ان النجم القيفاوي يشتد لمعانه ويخفت على فترات منتظمة انتظام عقارب الساعة. فنجم (دلتا قيفاوس) يتراوح قدره بين ٣,٧ في اثناء اشتداد لمعانه إلى ٤,٣ حين يصل اشدّ خفوته. وتتكرر هذه الدورة كلّ خمسة ايام وتسع ساعات. وانت تستطيع ان تحدد لمعانه التالي او خفوته التالي لأنه سيأتي في الثانية المحددة. ان كلّ

نبضة من نبضاته تساوي الاخرى.

وهناك صفة اخرى تتميّز بها النجوم القيفاوية. وهي ان النبضة في النجم يكون زمنها اطول كلما كان النجم القيفاوي اكبر. ومن طول مدة النبضة نعرف كتلة النجم القيفاوي. اذن من مدة النبضة يمكن ان نعرف قدره المطلق الذي يقترن بكتلته.

وقد انطلق الفلكيون من هذه الحقيقة لتقدير ابعاد هذه النجوم من ناحية وابعاد السدم التي تقع خارج مجرتنا. فاذا عيّن الفلكي نجماً قيفاوياً في سديم ماجلان مثلاً، ففي امكانه ان يواصل رصده ليعرف مدة نبضته. واذا عرف مدة النبضة عرف لمعانه الحقيقي، اي القدر المطلق. وبإمكانه بآلات رصده ان يعرف اللمعان الظاهري اذن يمكنه ان يعرف بعد النجم القيفاوي بدقة، ومنه يعرف بعد سديم ماجلان.

وقد وجد الفلكيون هذه القيفاوية في سدم ومجرات عديدة واستطاعوا تحديد ابعادها عن هذه الطريقة. ان النجوم القيفاوية اعطت علم الفلك قياساً صادقاً اميناً لأبعاد السدم والمجرات التي تستطيع المراقب الكبيرة رؤية النجوم الفردية فيها.

المطياف:

لكن ماذا عن المجرات البعيدة جدًّا التي لا تستطيع المراقب الكبيرة الضخمة ان ترى فيها النجوم الفردية نظراً لبعدها السحيق؟

ان الفلكيين يلجأون إلى المطياف. فقد وجدوا – كما قلت سابقاً – ان جميع المجرات يحيد طيفها نحو الاحمر – اي انها تبتعد عن مجرتنا –. وقد وجدوا ايضاً ان سرعة تباعد المجرات عنّا يتناسب تناسباً طردياً مع بعد المجرة نفسها، اي ان المجرة كلما كانت ابعد كلما كانت اسرع في تباعدها. وقد وجد (هايل) الذي اكتشف هذه الحقيقة ان هناك انتظاماً شديداً بين نسبة سرعة التباعد وبعد المجرة. وقد سُمّي هذا (بقانون هابل).

وانطلاقاً من هذه الحقيقة، او من هذا القانون، فاننا اذا عرفنا مقدار انزياح الطيف او حيوده نحو الاحمر، فاننا نعرف السرعة التي تتباعد فيها هذه المجرة عنا. واذا عرفنا هذه السرعة يمكن ان ندرك على وجه التقريب المسافة التي تفصلها عنّا..

الفصل الثاني والعشرون

النجوم

اذا كنت قد اشتريت مرقباً ولم تستعمله بعد، فانك ستتصور انك حينما ستسلطه على نجم من النجوم سترى قرصاً كبيراً يملأ لك حقل النظر. والواقع هو غير ما تتصور. فالنجم – اي نجم كان – لن يبدو في المرقب غير نقطة واحدة. ليس في مرقبك وحدك، بل في اكبر مراقب العالم. واذا رأيت ان النجم يظهر لك في مرقبك قرصاً فأن هناك خللاً في مرقبك يجب اصلاحه، كأن تكون الشيئية تالفة غير منحوتة نحتاً جيداً او ان البؤرة في العينية غير مضبوطة. واذا كان كلّ شيء مضبوطاً متقناً، فمعنى القرص الذي تراه انك تنظر إلى كوكب من الكواكب السيارة – اما الزهرة او عطارد او المريخ او المشتري او زحل او اورانوس او نبتون.

لكننا من رؤيتنا لنقطة واحدة من النجم في حقل النظر في المرقب نستطيع ان نعرف الشيء الكثير. استطعنا ان نعرف ابعاد النجوم كما مرّ بنا، واستطعنا ان نعرف اطيافها – كما مرّ ايضاً – واستطعنا ان نرتبها إلى مراتب طيفية.

ومن المعلومات التي نستقيها من الوانها بالاضافة إلى معلومات من الطيف، ومن قرائن اخرى استطعنا ان نحصّل على فكرة اوسع عن طبيعة هذه النجوم.

فاللون يعطينا فكرة تقريبية عن الحرارة الموجودة على سطح النجم. فالحرارة في النجم الاحمر القاتم اقلّ من الحرارة في النجم البرتقالي، والبرتقالي اقلّ حرارة من الابيض والابيض اقلّ من الازرق.. وهكذا. وانت لو اخذت قضيباً من الحديد ورحت تسخنه وترفع درجة حرارته، فانه يبدأ اول الامر يكتسب لوناً احمر ومع ارتفاع الحرارة يتحوّل الى برتقالي ثم يضرب إلى اللون الاصفر ثم إلى ابيض فأزرق. والشيء نفسه يحدث في النجوم.

من هذه الألوان ومن الخطوط في الطيف والوان الطيف، استطاع العلماء ان يقسموا النجوم في

مراتب طيفية هي التي شرحت عنها شيئاً في السابق. مثلا:

المرتبة O:

ذات الحرارة العالية (٣٥٠٠٠) درجة. وهذه فيها خطوط سوداء وخطوط برّاقة تدلّ على عناصر الهيليوم والكربون والنيتروجين والاكسجين. ومثال ذلك (جاما الشراع) و (زيتا الجوزاء).

المرتبة B:

لونها من ابيض على ازرقاق إلى ابيض. ليس فيها خطوط براقة بل خطوط سوداء تدلّ على كثرة ما فيها من الهيدروجين والهيليوم. درجة حرارتها من ٢٥٠٠٠ - ١٢٠٠٠ درجة. مثال ذلك (ابسلون الجوزاء) و (رجل) الجوزاء.

المرتبة A:

حرارتها من (١١٠٠٠ - ٨٧٠٠) بيضاء اللون. يسيطر فيها عنصر الهيدروجين. منها (الشعرى اليمانية) و (النسر الواقع) و (الطائر) من العقاب.

المرتبة F:

مائلة إلى الصفرة. الحرارة من ٧٦٠٠ إلى ٦٥٠٠ . الهيدروجين اقلّ ظهوراً في الطيف من المرتبة السابقة، ولكن الكلسيوم ملحوظ. النجم النموذجي في هذه المرتبة هو (الشعرى الشامية). ونجم سهيل له هذا الطيف، ولكنه ليس عادياً اذ ان لمعانه اشدّ مما يتوقع في هذه المرتبة. ومن هذه المرتبة ايضاً (النجم القطبي).

المرتبة G:

مثالها الشمس. لا تزال خطوط الهيدروجين تضعف فيها، لكن تظهر خطوط تدلّ على وجود عناصر معينة. ونجد في هذه المرتبة نجوماً عمالقة مثل (العيوق) في ممسك الاعنة ونجوماً اقزاماً كالشمس. حرارة العمالقة من ٥٥٠٠ إلى ٤٢٠٠ وحرارة الاقزام من ٦٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ .

المرتبة K:

برتقالية اللون. خطوط العناصر المعدنية فيها بارزة جدّاً وخطوط الهيدروجين ضعيفة جداً.

خطوط الكلسيوم لا تزال واضحة. الحرارة للعمالقة من ٤٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ درجة وللأقزام من ٥٠٠٠ إلى ٤٠٠٠ . امثلة هذه المرتبة (السماك الرامح) في العواء و (رأس التوأم المؤخر) في التوأمين و (الدبران) في الثور.

المرتبة M:

لونها احمر برتقالي. الحرارة ٣٠٠٠ للعمالقة و ٣٢٠٠ للاقزام. طيفها معقد جدّاً وتظهر خطوط تدلّ على جزيئات. امثلة من هذه المرتبة (قلب العقرب) وهو عملاق و (يد الجوزاء) وهو عملاق ايضاً والنجم القريب من المكونات الثلاثة لألفا قنطورس المسمى (رجل قنطورس اليمنى) وهو قزم.

المرتبة N:

لونها احمر وهي بعيدة جدّاً عنّا.

ان النجوم كتل غازية ضخمة، تصدر هذا الضوء الساطع ذا اللمعان المتألق عن طريقة الاحتراق النووي. اي ان هذه الطاقة ناتجة عن وقود نووي من عملية استهلاك ما فيها من مادة. فالضوء والحرارة اللذان يصلان الينا من الشمس لا يأتيان عبثاً. فالشمس في الحقيقة تحرق كلّ ثانية اربعين مليون طن تفقدها في عملية الاحتراق هذه. فاذا كنت تمسك بهذا الكتاب منذ نصف ساعة، فان الشمس تكون في هذه الاثناء قد احرقت (٧٢٠٠٠) مليون طن. وقد يبدو لك هذا الرقم مذهلاً لكنه في الحسابات الفلكية يتمشّى مع الواقع. والشمس اذا استمرت على هذا المنوال ففيها ما يكفي لبقائها بضعة آلاف من ملايين السنين المقبلة.

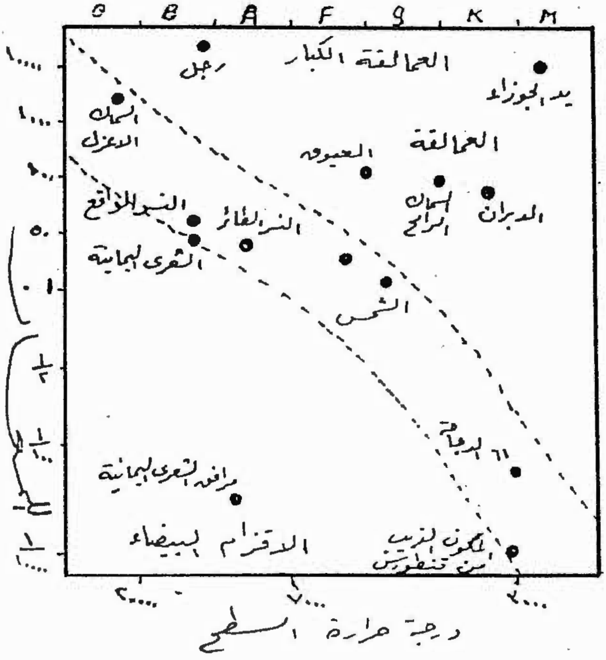
والشمس من النجوم المقتصدة في مصروفها. وهناك نجوم مبذرة جداً مثل (رجل الجوزاء) التي تتألق بنور باهر في سماء الشتاء. انها تبعزق احتياطها من الوقود النووي، وربما كان مصروفها في الثانية ٨٠٠٠٠ مليون طن. انها لا تستطيع ان تصمد طويلاً على هذه الحال. فلا يمكن ان تكون بهذا التالق منذ عمر الشمس اي منذ بضعة ملايين من السنين، ولا يمكن ان تبق بهذا التالق لبضعة ملايين اخرى من السنين.

نرى من هذا ان للنجوم تاريخ حياة: من مولد وصبا وشباب وكهولة وشيخوخة ثم موت. وليس من شأن هذا الكتاب بحث هذه المراحل والنظريات القائمة على ذلك. لكن القارىء اذا نظر إلى نجم عليه ان يكون عارفاً بالمرحلة التطورية التي يكون النجم فيها بالاضافة إلى المعلومات الاخرى التي بدأنا بذكرها منذ فصول.

على اية حال، هناك رسم هامّ جدّاً يربط بين هذه المراحل لا يكاد يخلو منه كتاب فلكي اسمه (رسم هيرسبرنج – راسل) وكثيراً ما يرمز اليه بالحرفين (هـ . ر) انظر الشكل (٢٢:١).

شكل (٢٢:١)

هيرسبرنج – راسل الاحداث العمودي يمثل اللمعان، والاحداث الافقي يمثل حرارة سطح النجم. الخط المعترض من الزاوية العليا اليسرى الى الزاوية اليمنى السفلى هو المقصود به خط (هـ.ر) او هيرسبرنج راسل. لاحظ العمالقة الكبار في أعلى اليمين والاقزام الصغيرة في اسفل اليسار.



ان معظم النجوم نجدها على خط عريض يمتد بين زاوية الرسم العليا اليسرى وزاويته السفلى اليمنى (بين الخطين المقطعين في الشكل) ويسمّى هذا الخط العريض (التتابع الرئيسي).

وقد جعل الاحداث الافقي في الرسم للدلالة على درجة السطح، بينما جعل الاحداث العمودي للدلالة على اللمعان، وقد اتخذ لمعان الشمس الاساس، فهو رقم واحد، والارقام الاخرى مضاعفاته او اجزاؤه.

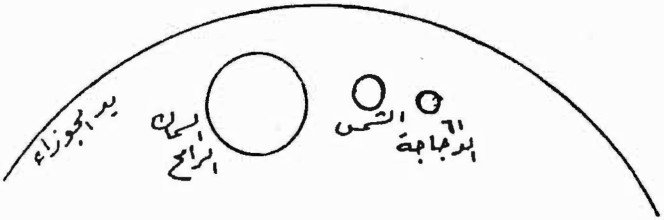
ونجد العمالقة في القسم العلوي الايمن والعمالقة الكبار اعلى منها في الجهة نفسها. وقد كتب على الخط العلوي حرف مرتبة النجوم. بينما نجد الاقزام في اسفل اليسار.

واذا القيت نظرة على الرسم عرفت مرتبة كل نجم ودرجة حرارة سطحه وشدة لمعانه. سترى مثلاً، ان (السماك الاعزل) يلمع ١٥٠٠ مرة من لمعان الشمس، و (يد الجوزاء) ١٢٠٠ مرة و (السماك الرامح) ١٠٠ مرة، بينما المكوّن القريب من ثلاثي (القا قنطورس) يبلغ لمعانه واحداً في العشرة آلاف من لمعان الشمس (٠,٠٠٠١) ونجد ايضاً ان (٦١ الدجاجة) يلمع (٠,٠٦) من لمعانها.. وهكذا.

والنجوم العمالقة تبلغ حداً كبيراً من الضخامة. فالسماك الرامح يزيد قطره عن اربعين مليون كيلومتر، اي اكثر من اربعين مرة من قطر الشمس. ويد الجوزاء يبلغ قطره ٤٠٠ مليون كيلومتر، اي لو كان في موضع الشمس لابتلع مدارات عطارد والزهرة والكرة الارضية.

الا ان الفروق في الكتلة بين النجوم ليست بهذا القدر من التباين كالفروق بين الحجوم. فالعمالقة دائماً ذات مادة رقيقة متخلخلة. ان حجم السماك الرامح الضخم فيه ١٦ مرة من كتلة الشمس فقط. انظر شكل (٢٢:٢)

شكل (٢٢:٢)
نسبة الحجوم بين بعض النجوم والنجم الضخم العملاق يد الجوزاء.



اما **الاقزام البيضاء** فنجدها في الناحية السفلى اليسرى من الرسم. وهذه كما يدلّ اسمها صغيرة الحجم ذات كثافة عالية جداً. ان الوزن النوعي لمرفق الشعرى اليمانية يساوي ٥٠٠ كيلو غرام اي ان وزن السنتمتر المكعب منه يساوي نصف طن. هذا مع العلم بأن قطره يساوي ثلاثة اضعاف قطر الارض، اي انه اكبر من الارض ولكنه اصغر كثيراً من المشتري او زحل او اورانوس.

وهذا القزم الابيض (اي مرافق الشعرى اليمانية) من القدر ٨,٥، ومن المفروض نظرياً ان نراه في مرقب صغير، ولكن وهج الشعرى اليمانية نفسها سيحول دون ذلك. وانت بحاجة إلى مرقب

ضخم وجو صاف لتتمكن من رؤيته.

والاقزام البيضاء كثيرة في السماء، لكنها ليست في متناول مراقب الهواة.

والنجوم النيوترونية او النابضات هي اشدّ كثافة من الاقزام البيضاء. ويعتقد ان قطر النجم منها يبلغ حوالي ١٥ – ٣٠ كيلومتراً. وقد سمّيت بالنجوم النيوترونية لأن الذرات فيها قد انضغطت بحيث دخلت الالكترونيات في البروتونات فتحولت إلى نيوترونات. وهي شديدة الكثافة جداً، وتدور حول نفسها دورة كاملة في اجزاء الثانية وتعطي اشارات منتظمة على شكل نبضات ومن هنا كان اسمها (النابضات).

ولم ير الفلكيون في مراقبهم من هذا النوع الا نجماً واحداً حتى الان، هو الموجود في سديم السرطان. وهذا السديم ليس في كوكبة السرطان كما قد يتوهم القارىء، وانما هو في كوكبة الثور. وقد سمّي السرطان لشكله. والفلكيون يعرفون مواقع هذه النجوم النيوترونية عن طريق الفلك الراديوي، الذي يسجّل النبضات الآتية منها.

والنوع الاخير الذي يجب ان اذكره في هذا الفصل، هو **الثقب الاسود**. وهو بقايا انفجار نجم ضخم انضغطت ذراته بحيث لم تعد ذرات، وانما نواة واحدة، ان صح التعبير، تسمى **حالة التفرد**. ولك ان تعتبر هذا الجرم نواة واحدة. والشمس لو اصبحت ثقباً اسود سيكون قطرها (٦) كيلومترات وانما لها جاذبية الشمس الاصلية التي تكون هائلة بحيث لا تسمح للضوء بالافلات منها. ومن هنا سميت بالثقوب السوداء، وكلّ جرم يقترب منها ستجذبه ويصبح جزءاً منها.

لم ير احد ثقباً اسود، ولكن الفلكيين استنتجوا وجوده نظريّاً لتفسير ظواهر في الرصد بالمراقب البصرية والاشعة السينية التي ترصدها المراقب الراديوية.

وقد ذكرت الثقوب السوداء لمجرد ان تكون لديك فكرة عن الاجرام المختلفة المنتشرة في ارجاء الفضاء، لا لأني اعلم ان مرقبك المتواضع سيرى الاقزام البيضاء او النابضات بله الثقوب السوداء.

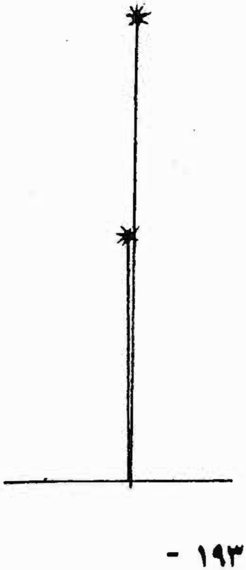
الفصل الثالث والعشرون

النجوم الثنائية

قد يكون رصد النجوم الثنائية من اجمل انواع الرصد، اذ يحس الهاوي بالمتعة وهو يرى الالوان المختلفة والاقدار المتباينة بين افراد هذا الثنائي او ذاك.

والنجوم الثنائية منتشرة انتشاراً كبيراً بين النجوم. ويقدر بعض الفلكيين ان نسبتها خمس نجوم السماء ويقدر آخرون انها تزيد عن الثلثين.

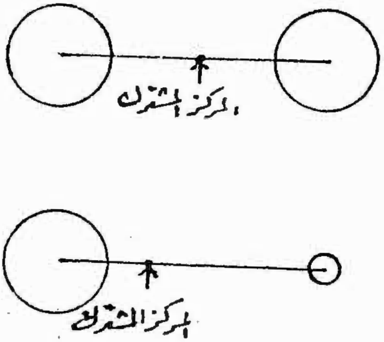
والمقصود بالثنائي هو ان يكون هناك نجمان (او أكثر) يدوران حول بعضهما في نظام مشترك. فقد ترى نجمين متقاربين حين يصدف ان يكونا على خط بصر واحد، ولكن احدهما قريب والاخر بعيد، ولا يربطهما نظام مشترك. وتسمّى هذه الحالة (ثنائي بالنظر). وهو لا يعنينا في هذا المجال. شكل (٢٣: ١)



شكل (٢٣: ١)
ثنائي بالنظر
نجمان بعيدان عن بعضهما ولا يجمعهما نظام مشترك، وإنما هما على نفس خط البصر. ويخيل للناظر انهما ثنائي.

انك بالعين المجردة تستطيع ان ترى كثيراً من النجوم الثنائية. ويقدر الفلكيون ان نجماً من كل عشرين نجماً، اذا دققت النظر فيه ستجد انه ثنائي. اما اذا استعنت بالمنظار فانك ستجد المئات واذا استعملت المرقب فستجد الالاف.

وسأدعو كلّ نجم من الثنائي (مكوّناً) واذا كان هناك مكونان في الثنائي فانهما يدوران حول مركز مشترك. واذا كان المكونان متساويين في الكتلة كان المركز المشترك في منتصف المسافة بينهما. اما اذا كانت كتلة احدهما اكبر من الاخر فان المركز المشترك يكون اقرب إلى المكون ذي الكتلة الكبيرة. انظر شكل (٢٣ : ٢)



شكل (٢٣ : ٢)
اذا كان المكونان من الثنائي متساويين في الكتلة، فان المركز المشترك الذي يدوران حوله يكون في منتصف المسافة بينهما. واذا كان احدهما اكبر من الآخر فان المركز المشترك سيكون اقرب الى المكون الاكبر.

ان الارض والقمر يدوران على هذه الشاكلة، ولكن المركز المشترك لهما يقع داخل الارض نظراً لأن كتلة القمر صغيرة جداً بالنسبة إلى كتلة الارض.

وقد ترى في الثنائي ان المكوّنين يكادان يكونان توأمين فهما متساويان في الحجم الظاهري وفي اللمعان. وقد ترى احدهما شديد اللمعان بحيث يغطي وهجه على المكوّن الاخر فلا تستطيع ان تراه بسهولة، كما هوالحال في (الشعرى اليمانية).

واذا استطعت ان تعرف الدورة التي يدورها المكونان حول المركز المشترك، اصبح في الامكان ان تعرف كتلة المكونين بالتقريب. ولنفرض ان هناك ثنائياً يدور مكوناه حول بعضهما في مدة سنة واحدة، وكان البعد بينهما ١٥٠ مليون كيلومتراً. ان هذا البعد هو بعد الارض عن الشمس، ومدة الدوران هي مدة دوران الارض حول الشمس. اذن فمجموع كتلتي المكونين يساوي مجموع كتلتي الارض والشمس. وبما ان كتلة الارض ضئيلة جداً بالنسبة للشمس فلن يكون هنا ضير اذا الغيناها

من الحساب. فتكون كتلة المكونين تساوي كتلة الشمس اما معرفة كتلة كلّ واحد منهما على حدة فهذا يحتاج إلى حساب عن طريق آخر غير مباشر.

والفاصل بين المكونين في الثنائي يقاس بالثواني. واذا كنا لا نزال نذكر ان قطر القمر هو نصف درجة، اي ثلاثين دقيقة، اي ١٨٠٠ ثانية اصبحت عندنا فكرة واضحة عن مقدار الثانية.

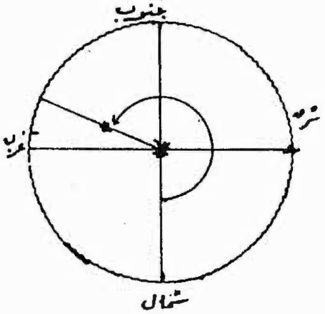
انظر إلى الدب الاكبر. ذنب الدب من ثلّاثة نجوم لامعة. النجم الاوسط في الذنب اسمه (المئزر) وهو (زيتا الدب الاكبر) اذا تأملته تجد ان هناك نجماً ملاصقاً له. هذا النجم الخافت نسبياً هو (السهى) وكان يستعمل لفحص النظر عند العرب في العصور الوسطى. ستراه واضحاً لأنه من القدر الخامس. البعد بينه وبين المئزر ٧٠٠ ثانية. لكنك اذا سلطت مرقباً على المئزر نفسه سترى انه ايضاً ثنائي والبعد الفاصل بين المكونين ١٤,٥ ثانية.

وفي حالة رصد المئزر والسهى استعمل اقلّ تكبير ممكن في المرقب. وذلك لأنك اذا فعلت ذلك ستجد حقلاً واسعاً للنظر يظهر لك المئزر الثنائي والسهى في الوقت نفسه. اما اذا كان التكبير قوياً فان حقل النظر يصبح ضيقاً ولن يجمع لك هذه الاجرام.

وقد يكون (منقار الدجاجة) اي (بيتا الدجاجة) اجمل النجوم الثنائية. فالمكون الرئيسي من القدر الثالث ذو لون اصفر ذهبي، والمرافق من القدر الخامس ذو لون اخضر على ازرقاق، والفاصل ٣٥ ثانية.

وانت حينما تسلط المرقب وتجد نجماً ثنائياً في حقل النظر، يجب قبل كلّ شيء ان تعرف اي النجمين هو الرئيسي وايهما المرافق. وما داما على نفس البعد فأن النجم الألمع عادة هو الرئيسي. وفي حالات قليلة يكون الحكم صعباً اذا كان النجمان توأمين.

واذا عرفت هذا وعرفت الفاصل بين المكونين، عليك ان تعرف شيئاً اسمه (زاوية الوضع). وهي الزاوية التي تحدد المرافق من الرئيسي. ولقياس ذلك، يجب ان يكون في العدسة العينية صليب يقطع الحقل إلى اربعة اقسام متساوية. حرك المرقب بحيث تضع النجم الرئيسي في الوسط تماماً عند تقاطع الصليب. وانظر إلى اية جهة يكون المرافق. ان نقطة الصفر في هذا الحقل تبدأ من النقطة التي تشير إلى القطب الفلكي الشمالي. وهي النقطة التي تكون في اسفل الحقل دائماً، لأن الصورة في المراقب تكون دائماً مقلوبة. ويبدأ العدّ إلى يمينك بعكس اتجاه عقارب الساعة، اي إلى الشرق فالجنوب فالغرب حتى تعود إلى نقطة الشمال التي ابتدأت منها. واذا اكملت الدائرة تكون قد اكملت ٣٦٠ درجة. على اية درجة يقع النجم المرافق؟ هنا تكون زاوية الوضع. انظر شكل (٣:٢٣)



شكل (٢٣:٣)
كيف تعيّن زاوية الوضع في المرقب.
لا تنس أن الشمال في حقل النظر هو الى الاسفل، لأن كل الحقل يكون مقلوبا. والشرق على يمينك والغرب على يسارك.

هذه القياسات أساسية لإتقان الرصد. واذا ما اردت ان يكون قياس زاوية الوضع وقياس البعد الفاصل بين المكونين في الثنائي قياساً علمياً دقيقاً فانك تحتاج إلى مرقب لا يقلّ عن ١٥ سم والى ان يكون المرقب منصوباً نصباً استوائياً وان يكون المرقب مزوداً بآلة سحب والة للقياس الدقيق تسمّى مايكرومتر.

ان في النجوم الثنائية مجالاً واسعاً لمساهمتك كهاو. فهذه الالاف المؤلفة منها بحاجة إلى جهد كبير جداً متواصل مستمرّ حتى تكمل الحقائق المعروفة حتى الان. ان المكونين في الثنائي يدوران حول بعضهما في انظمة خاصة. قد تسجّل البعد الفاصل بين مكونين ويأتي راصد آخر بعد بضع سنين، فيرى ان هذا البعد الفاصل قد تغيّر بسبب حركة المكونين، او قد تسجل زاوية الوضع في سنة من السنين وتراقبها بعد ذلك بعدة سنين فترى ان الزاوية قد تغيرت بسبب الحركة ايضاً. ولهذا فأن كل قياس عن ثنائي حين تسجله يجب ان تسجل تاريخ الرصد بالقرب منه قبل ان تنشره حتى يعرف غيرك من الراصدين كيف تتطور الامور في هذا الثنائي على مرور السنوات.

واذا حاولت ان تتتبع الارقام الواردة عن البعد الفاصل وعن زاوية الوضع في كتب ومجلات مختلفة، فانك ستجد في كثير منها خلافاً بين قياس وآخر. ان قسماً من هذا يرجع إلى حركات النجوم في انظمتها الثنائية وقسماً آخر يرجع إلى الراصدين انفسهم، امّا لعدم الدقة في اجهزتهم او سوء احوال الرصد من حيث صفاء الجو وحسن الموقع.

انواع الثنائيات:

ان السماء دائماً اجمل مما نتصور واغرب مما نتصور، ففيها من الثنائيات كل طريف.

فنجم (قلب العقرب) اي (الفا العقرب) هو من اكبر النجوم العملاقة المعروفة، وهو من اشدّ النجوم المعروفة احمراراً وتألقاً. حتى ان اسمه اللاتيني (Antares) يعني منافس المريخ. واذا سلطت

عليه مرقباً صغيراً تجد بالقرب منه مرافقاً صغيراً ذا لون اخضر باهت.

قصة الشعرى اليمانية:

للشعرى اليمانية قصة طريفة في مجال الثنائيات. فهي (الفا الكلب الاكبر) وهي المع نجم في السماء ولا يفوقها في ذلك الا الشمس والقمر وبعض الكواكب. والشعرى اليمانية في لمعانها الحقيقي (القدر المطلق) تبلغ ٢٦ مرة من لمعان الشمس. ونحن نرى الشمس متألقة في سمائنا بهذا النور الباهر لقربها منا فقط. اما الشعرى اليمانية فتبعد عنا تسع سنوات ضوئية.

ومع اني شددت في مطلع هذا الكتاب على ان النجوم الثابتة هي في الحقيقة ثابتة في مواضعها لا تتحرك اطلاقاً، الا ان هناك نجوماً قلّة جداً لوحظ ان فيها بعض الحركة ولكننا لا نلاحظ هذا الا خلال اجيال طويلة. من هذه النجوم المتحركة نجد الشعرى اليمانية.

واظننا لا نزال نذكر العالم الالماني (بيسيل) الذي كان اول من قاس بعد نجم عنا قياساً صحيحاً. ان بيسيل هذا لاحظ ان الشعرى اليمانية تتحرك في خط منعرج غير مستقيم كما ينتظر. انظر شكل (٢٣ : ٤)

شكل (٢٣ : ٤)
تأرجح الشعرى اليمانية في حركتها على مدى مائة سنة

وقد قال بسيل ان هذا التأرجح يجب ان يكون ناتجاً عن وجود مرافق للشعرى اليمانية، لا نراه. وقد نشر قوله هذا سنة ١٨٤٤ وتوفي بعد ذلك دون ان يرى المرافق الذي تنبأ به.

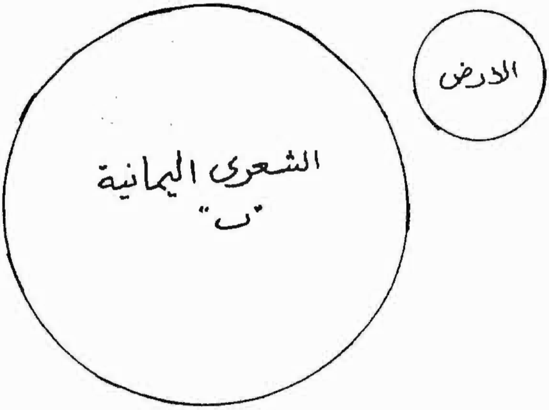
وكان في امريكا صانع مرقب شهير اسمه (كلارك). صنع مرقباً كاسراً، شيئيته ٥٠ سم، واراد ان يجربه. فسلطه على الشعرى اليمانية، ورأى نقطة معتمة من الضوء بالقرب من النجم المتألق. كانت هذه النقطة هي المرافق الذي كان ينتظره الفلكيون منذ امد طويل. ويعرف الان باسم الشعرى اليمانية (ب) على اعتبار ان الشعرى اليمانية (أ) هي النجم الاصلي.

وقد وجد ان الشعرى اليمانية (ب) من القدر ٨,٥ اي من المفروض ان ترى بمرقب صغير ولكن وهج الشعرى اليمانية الاصلية يحول دون ذلك.. وعرف ايضاً ان دورة الثنائي مدتها ٥٠ سنة. وكذلك وجد ان البعد الفاصل في حده الاقصى يكون ١١,٥ ثانية.

وباكتشاف هذا المرافق اعتبر الفلكيون ان قضية الشعرى اليمانية قد اغلقت وان المرافق نجم احمر في مراحل تطوره الاخيرة في طريقه إلى ان يصبح نجماً بارداً. واستمر العلماء على اعتقادهم هذا اكثر من خمسين سنة.

وفي سنة ١٩١٥ عادت القضية نفسها إلى الظهور اثر اكتشاف التحليل الطيفي للشعرى اليمانية (ب). فقد اظهر التحليل ان هذا النجم الصغير الضئيل فيه من الحرارة على سطحه ما يبلغ ٨٠٠٠ درجة وان السنتمتر المربع من سطحه يشع من الطاقة اربعة اضعاف السنتمتر المربع من سطح الشمس (الرقم الصحيح ٣,٧٥). وحسب الفلكيون قطر هذا النجم الغريب فوجدوا انه اقلّ من اربعين الف كيلو متر – اي انه اكبر من الارض الا انه اصغر كثيراً من المشتري او زحل او اورانوس.

ووجد الفلكيون ايضاً بالحساب من دورة هذا الثنائي ان في هذا النجم الصغير كتلة تعادل كتلة الشمس التي يبلغ قطرها ١٣٨٠٠٠٠ كيلومتر. ووقعوا في حيرة لم تكن في الحسبان. انظر شكل (٢٣ : ٥)



شكل (٢٣:٥)
نسبة حجم الارض الى
حجم الشعرى اليمانية (ب)

والجسم الصغير بحجم مرافق الشعرى اليمانية، اذا كان فيه كتلة الشمس فلا بدّ ان تكون كثافته هائلة. وهذا شيء يمكن حسابه. فالسنتمتر المكعب منه ستكون كثافته خمسمائة الف مرة من كثافة الماء اي سيزن خمسمائة كغم أي نصف طن.

وقد بقيت هذه الحقائق مخزونة في اضابير علم الفلك مدة طويلة من الزمن – إلى ان جاء الفلك الراديوي واخذ يكتشف حقائق اغرب. فاكتشف النابضات التي هي اشدّ كثافة من مرافق الشعرى ثم

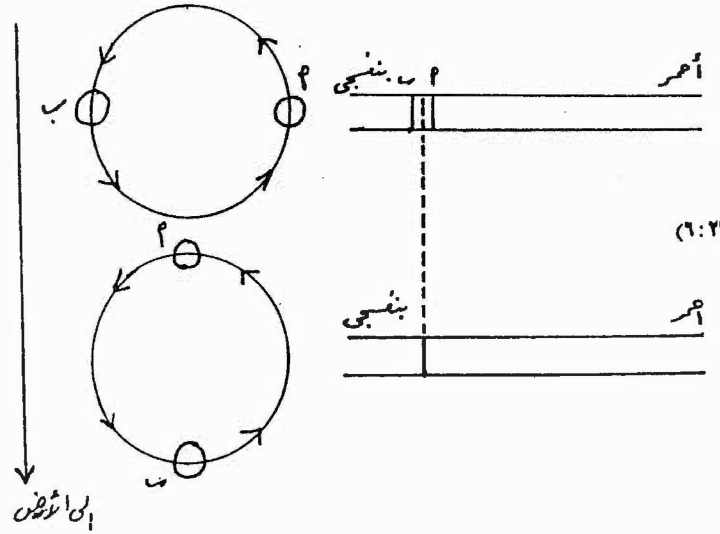
انتهى باختراع وجود الثقوب السوداء لتفسر له الحقائق المذهلة المتوالية، فاذا بنا نجد عندئذ ان كتلة الشمس يمكن ان توجد في جسم قطره ستة كيلومترات - اعني الثقب الاسود.

على اية حال فان الشعرى اليمانية (ب) سميت بالقزم الابيض ونجد انها تحتل الزاوية السفلى اليسرى من رسم (هـ . ر) وقد اكتشفت بعدها اقزام بيضاء عديدة تعدّ بالمئات.

الثنائي بالمطياف:

ان هناك نجوماً بعيدة يكون فيها البعد بين المكونين صغيراً إلى درجة ان المراقب لا تستطيع ان تفرق بين المكونين فيما لو كانت ثنائية. ولهذا فانها تبدو في المراقب فردية. فهل نكتفي باصدار الحكم عليها انها فردية؟ ان الفلكيين لا يقنعون بذلك، بل يلجأون إلى الطيف للتحري عن حقيقة الامر.

وقد سبق ان عرفنا من التحليل الطيفي ان الجسم الذي يبتعد عنّا يحيد نحو الاحمر والجسم الذي يقترب منا يحيد نحو البنفسجي. وقلت ان الفيزياء تسمّى هذه الظاهرة (اثر دوبلر). وعندما ننظر إلى التحليل الطيفي في الثنائي نجد ما يلي:



شكل (٦:٢٣)

في الشكل (٦:٢٣) نجد ان المكون (أ) في اثناء دورته يبتعد عنا في الصورة العلوية فتنزاح خطوط الطيف فيه إلى الاحمر. وفي الوقت نفسه يكون (ب) يقترب منا فتنزاح خطوط الطيف فيه إلى البنفسجي. ولهذا نجد خطين بدلاً من خط واحد في الاصل. وفي القسم السفلي من الصورة في الشكل

يكون (أ) و (ب) يتحركان حركة عرضية لا يبتعدان ولا يقتربان فنجد الخطوط ثابتة في موضعها.

وبناء على ذلك، اذا فحصنا التحليل الطيفي لنجم من النجوم، ورأينا ان الخطوط تزدوج فيه احياناً، ثم تتحد في خط واحد في احيان اخرى فاننا نعرف مدة الدورة الكاملة للثنائي حول المركز المشترك من تحديد بالمطياف. وليس هذا وحسب، بل اننا نعرف مدة الدورة الكاملة للثنائي حول المركز المشترك من تحديد المدة التي تزدوج فيها الخطوط والمدة التي تتوحد فيها.

وقد سبق ان قلت ان نجم المتزر في الدب الاكبر هو نجم ثنائي بالمرقب، لكنك اذا فحصت طيف المكون الاشد لمعاناً ستجد انه ثنائي بالمطياف ايضاً. ويدل طيفه على ان دورة المكونين حول المركز المشترك مدتها ٢٠,٥ يوماً.

ومن امثلة ذلك ايضاً (بيتا ذو الاعنة) بالقرب من العيوق. اما العيوق نفسه (الفا ذو الاعنة) فيظهر في المراقب العادية نجماً فردياً، لكنه بالمطياف يظهر ثنائياً. والبعد بين المكونين حوالي ١٣٠ مليون كيلومتر ومدة الدورة حول المركز المشترك اكثر من مائة يوم بقليل. احد المكونين كتلته ٤,٥ مرة من كتلة الشمس والاخر ٣,٥ مرة من كتلة الشمس. غير ان اجهزة الرصد الحديثة اخذت تظهر العيوق على انه ثنائي حتى بالمنظار وتفرّق بين المكونين.

وقد يكون (AM الزرافة) هو اقصر النجوم الثنائية بالمطياف في دورة المكونين حول المركز المشترك، اذ تبلغ مدتها ١٧,٥ دقيقة فقط.

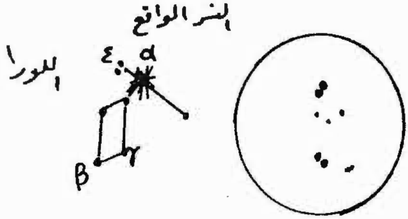
النجوم المتعددة:

قد يكون في النظام الواحد اكثر من مكونين — ثلاثة او اربعة او خمسة او ستة. وعندئذ يسمّى ثلاثياً او رباعياً او خماسياً او سداسياً... الخ.

وقد قلت للقارىء ان نجم (المتزر) ثنائي، ولكن المكون المتألق ثنائي بالمطياف. ومعنى ذلك ان المتزر ثلاثي.

ونجم (ابسلون اللورا) وهو بالقرب من النسر الواقع، ثنائي بالعين المجردة، والفرق بين المكونين ٢٠٨ ثانية. لكنك اذا سلطت عليه المرقب (حتى ٧,٥ سم) لبدا لك ان كل نجم من النجمين ثنائي بدوره. اي ان النجم رباعي. ان دورة كل مكونين متقاربين حول مركزهما المشترك تزيد عن عدة مئات من السنين. ولكن دورة كل زوج منهما حول المركز المشترك للرباعي قد تستغرق اكثر من مليون سنة. شكل (٢٣ : ٧)

شكل (٢٣:٧)
رباعي ابسلون اللورا. في خريطة السماء وفي حقل النظر في المرقب



ومن اشهر النجوم المتعددة (رأس التوأم المقدم) وهو احد النيرين في التوأمين. ان النجم نفسه ثنائي والفاصل ٤ ثانية، ودورتها حول المركز المشترك في مدة ٣٥٠ سنة. وكلا المكونين ثنائي بالمطياف. وهناك مكون آخر على بعد ٧٣ ثانية هو الاخر من نفس النظام، ويتكون من قزمين ابيضين يدوران حول بعضهما دورة كل ١٦ ساعة. ومما لا شك فيه ان هذين القزمين يدوران حول الرباعي، ولكن الدورة تستغرق ملايين السنين. وبناء على ذلك، فان (رأس التوأم المقدم) الذي يبدو للعين نقطة واحدة، هو سداسي – اربعة في الوسط يدور حولها نجمان خافتان هما القزمان.

ومن الثنائيات الجديرة بالذكر (الفا قنطورس) الذي سماه الفلكيون العرب (رجل قنطورس اليمنى). وهو بكل اسف منخفض في سماء عمان انخفاضاً شديداً بحيث يكون اعلى ارتفاع له عن الافق حين يطلع في السماء بمقدار درجة واحدة فقط. وهذه بالطبع يخفيها الغبار او الضباب بحيث اني لم استطع ان اراه حتى الان (درجة ميله ٦٠,٥ –) وهو يرى بوضوح في جنوب البلاد العربية، مثل السعودية واليمن والسودان.

وهو ثالث نجم في اللمعان بعد الشعرى اليمانية وسهيل، وقدره ٠,٣ وهو ثنائي يدور المكونان فيه حول مركز مشترك في ٨٠ سنة. الا ان هناك مكوناً ثالثاً من القدر ١٠,٥ لا يرى الا بالمرقب، ويطلق عليه اسم (قنطورس الأقرب) (Proxima Centauti) ويبعد عن الثنائي الأصلي بمقدار درجتين، ولكنه من نفس النظام، ويدور حول الاصلي في ٣٠٠٠٠٠ سنة. وقنطورس الاقرب هذا هو أقرب نجم لنا اذ يبعد اربع سنوات وثلث السنة عن الشمس.

وبهذا يكون (رجل قنطورس اليمنى) ثلاثيا.

ان هناك الكثير الكثير من النجوم الثنائية والنجوم المتعددة تعدّ بالالاف. وقد اخترت للقارىء منها بضعة وضعتها في لائحة في آخر هذا الكتاب.

الفصل الرابع والعشرون

النجوم المتغيرة

لما كان القصد من هذا الكتاب هو ان تصبح عضواً فعالاً تقدّم شيئاً للفلك الحديث، فلا تستغرب ان تجد بعض الفصول طويلة جداً وبعضها قصيرة جداً. الفصول الطويلة هي التي اريد منك ان تنخرط في البحث فيها وتستوعبها لتقدم برصدك ودراستك ما تستطيع.

فملايين النجوم والاجرام المنتشرة في ارجاء السماء بحاجة إلى دراسات مستفيضة لكي تقوم عليها النظريات وتكتشف الاسس والقوانين التي يسير عليها الكون. والمراصد الكبيرة لها برامج واوقات مقسمة بين الفلكيين المحترفين يدرسون ويبحثون في مواضيع عديدة يعطونها الاولوية، ولا يستطيعون ان يعطوا وقتاً كافياً لمواضيع مثل النجوم الثنائية او النجوم المتغيرة، فهذه تترك عادة للفلكيين الهواة.

ويبدو ان علم الفلك اصبح يعرف شيئاً غير قليل عن النجوم الثنائية. لكن الموقف على غير هذا في النجوم المتغيرة. فهي على كثرة ما اكتشف منها لا تزال طيّ الغموض، والنظريات القائمة الان لتفسيرها لا تزال تحوم حولها الشكوك. والفلك بحاجة الى مزيد من المعرفة ومزيد من الحقائق لتصبح لديه الفكرة الصحيحة عنها.

ولهذا السبب تجد ان كثيراً جداً من هواة الفلك في هذه الايام ينضمون إلى فروع الجمعيات المتخصصة في رصد المتغيرات اكثر من اولئك الذين ينضمون الى فروع الجمعيات المتخصصة في شؤون اخرى في الرصد.

تعريف النجوم المتغيرة:

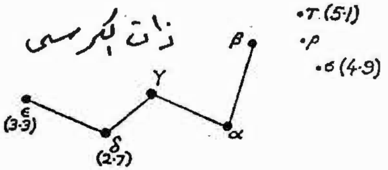
هي النجوم التي اذا اخذت تواصل مراقبتها تجد ان لمعانها يزداد احياناً وينقص احياناً اخرى.

اي انها تغير القدر الذي تكون عليه. وقد يحدث هذا التغير من ساعة إلى ساعة اخرى او من شهر إلى شهر اخر، وقد يستغرق اكثر من ذلك. وقد يكون التغير طفيفاً يحتاج إلى الات للقياس، وقد يختفي النجم فلا نعود نراه إلى حين توهجه في الدورة التالية. ومن المتغيرات ما هوكاذب مزيف ومنها ما هو حقيقي اصيل.

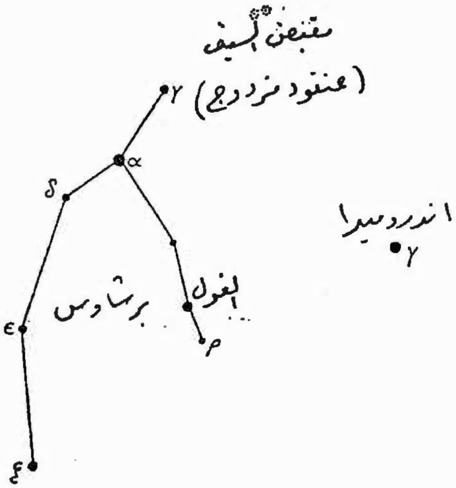
المتغيرات الكاذبة او المزيفة:

اظن القارىء لا يزال يذكر قصة (برشاوس) الجبار منذ ان رويتها له في الاساطير الاغريقية. وقد قلت انه قام بقتل (الميدوزا). ارجع الآن إلى خريطة من خرائط السماء في اوائل الخريف (صعود مستقيم بين الساعة ٢ إلى الساعة ٥، وخط الميل + ٣٠) والى الشمال مباشرة من (الثريا).

النجم (بيتا برشاوس) سماه الفلكيون العرب (الذي على رأس الغول)، لأنه في صورة هذه الكوكبة عندهم يرسم في رأس (الميدوزا) والفلك الحديث يسميه (الغول) **(algol)** انظر شكل (١:٢٤)

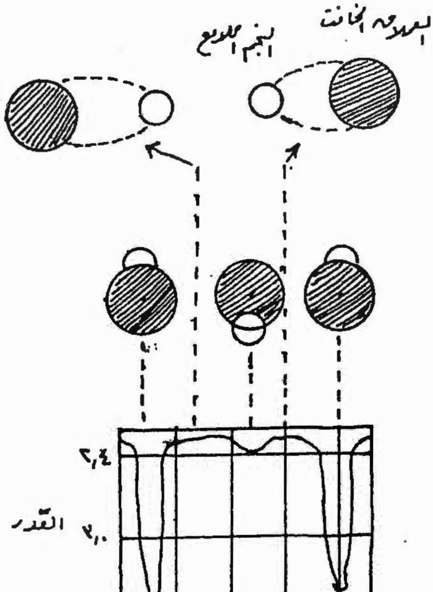


شكل (١:٢٤)
بيتا برشاوس هي (رأس الغول) عند العرب وبرشاوس هو (حامل رأس الغول) اذا حاولت ان ترصد التغير، قارن بين بيتا برشاوس وو ذات الكرسي.



اذا حاولت ان ترصد (بيتا برشاوس) تجد انه يكون في اشد تألقه من القدر ٢,٣ . ويمكث في هذا التألق مدة يومين واحدى عشرة ساعة. ومن ثم يبدأ ضوؤه يخفت تدريجياً. وفي مدة خمس ساعات يصبح من القدر ٣,٥ . ويحتاج بعد ذلك الى خمس ساعات أُخر ليعود إلى تألقه الاساسي.

وهذه الدورة في (الغول) منتظمة جداً وتستطيع ان تراقبها بالعين المجردة. والواقع ان الغول ثنائي. وهو في الحقيقة متعدد النجوم وانما تأتي هذه الظاهرة من الثنائي في وسط النظام. احد المكونين الرئيسيين هو من المرتبة (B8) ودرجة حرارة سطحه ١٢٠٠٠ وقطره ٤ ملايين كيلومتر. اما المكون الاخر فهو اكبر واشد خفوتاً، وهو عملاق من مرتبة متأخرة، ودرجة حرارة سطحه اقل من الشمس، لكن قطره حوالي خمسة ملايين كيلومتر. والمكونان لا يبعدان عن بعضهما اكثر من عشرة ملايين كيلومتر. فلا تستطيع المراقب البصرية ان تفرق بينهما. ولهذا يلجأ الفلكيون إلى المطياف. والمكونان يدوران حول بعضهما اي حول المركز المشترك، في ٢ يوماً و٢٠ ساعة و٤٨ دقيقة. وتقع الكرة الارضية (او نظامنا الشمسي) تقريباً على المستوى الذي يدوران فيه. فنرى لهذا السبب ان احدهما يخسف الاخر. فالخفوت الشديد الذي نراه هو عندما يمر المكون الخافت العملاق امام النير اللامع، فيحجب ضوءه عنا. والخفوت الضئيل هو نتيجة مرور النير اللامع امام العملاق فيحجب من ضوئه. شكل (٢٤ : ٢).

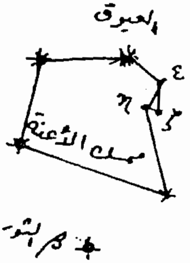


شكل (٢٤ : ٢)
رسم بياني يظهر تغير لمعان نجم (الغول) نتيجة خسوف دوري يقوم به المكونان بالتناوب

وانصح القارىء ان يلجأ إلى الرسم البياني دائماً عند دراسة النجوم المتغيرة، لكي يأخذ فكرة واضحة عمّا يجري من تغيّر. فيرسم الإحداث العمودي للدلالة على اللمعان والإحداث الافقي للدلالة على الزمن، ويرقب تطور الامور.

ان التطور الذي يحدث في (الغول) هو نتيجة خسوف بين المكونين في خلال دورتها. ونحن نرى هذه الظاهرة لأننا نقع على مستوى المدار الذي يدوران حوله، أي اننا لوكنا نقع في اتجاه آخر غير مستوى المدار فلن نرى شيئاً من هذا كلّه. فليس هناك تغير ذاتي يحدث في النجم نفسه.

ولهذا نقول عنه انه تغير كاذب مزيّف. وتعرف النجوم من هذا النوع باسم (المتغيرات الخاسفة الدورية) لأنها تنتج عن نجوم ثنائية تخسف بعضها دورياً. ويعرف الفلكيون مئات من هذا النوع، منها ما يرى بالعين المجردة. فهناك بالاضافة إلى الغول، (لامدا الثور) و (دلْتا الميزان). ومن المتغيّرات الغريبة تلك التي توجد في كوكبة (ممسك الاعنة). شكل (٢٤:٣)



شكل (٢٤:٣)

انظر إلى المثلث الصغير في شكل ممسك الاعنة. يقع هذا المثلث إلى الجنوب من (العيوق). وقد سمّى العرب (زيتا) و (ايتا) الجديين، مثنى جدي. اما الفلك الحديث فيطلق اسم (الجداء) على النجوم الثلاثة في المثلث.

ان (ايتا) السفليّ الذي على يسارك في المثلث هو نجم عادي من الرتبة (B)، اشدّ لمعانا من الشمس بسبعين مرة، ولا شيء يميّزه. ولكن الغرابة في النجمين الآخرين (زيتا) و (ايسلون).

ان (زيتا) (ذو الاعنة) من المتغيرات، ولكن من الصعب جداً ان تتابع ذلك بالعين المجردة. فالدورة هنا تحدث كل ٩٧٢ يوماً (بالمقارنة مع الغول الذي دورته في اقل من ثلاثة ايام). وواحد المكونين من التتابع الرئيسي من مرتبة (B7) اشدّ من الشمس لمعاناً بمائة مرة (K4) ودرجة حرارة سطحه اقل، لكن قطره يزيد على ٣٢٠ مليون كيلومتر اي انه اكبر من مدار الارض حول الشمس.

ويمكن تتبع هذا النجم بمرقب صغير، اذ ان العملاق الضخم من القدر ٥,٦ واللامع من القدر ٤,٩ . واذا استعنت بالجداول التي تنشرها الدلائل الفلكية وعرفت الموعد الذي يبدأ فيه العملاق الضخم بحجب المرافق اللمّاع، فانك تجد ان النجم النيّر اللامع الازرق يأخذ لونه بالخفوت قليلًا دون أن يختفي فجأة. والسبب في ذلك هو أن أشعته تمرّ من اطراف العملاق الضخم الرقيقة. فمادة العملاق متخلخلة جداً بحيث تقدر كثافته بجزءمن خمسة ملايين جزء من كثافة الماء. وسيدلّنا التحليل الطيفي على طيف معقد لأنه خليط من اشعة المكونين. لكن النيّر الازرق ما يلبث ان يختفي، فلا نرى الا ضوء العملاق وحده. ويستمرّ ذلك إلى ان يظهر النيّر من الناحية الاخرى، على عكس ما ابتدأ به اول الامر، اي انه يكون خافتاً ويزداد لمعانه شيئاً فشيئاً وهو يمرّ من خلف المادة المتخلخلة، حتى يتحرّر من ورائها فيبدو في تألقه الاصلي.

اما (ابسلون) ذو الاعنة الذي هو رأس المثلث الصغير جنوب شرقي (العيوق) فله قصة اشدّ غرابة. وهو معروف بأنه نجم متغير منذ سنة ١٨٢١ . وهو في لمعانه من القدر الثالث. ويبدو ان المكون اللامع هو الذي يرسل كل هذه الاضاءة. وهو بلا شكّ عملاق ضخم من المرتبة (F) ولمعانه ٦٠,٠٠٠ مرة من لمعان الشمس. وقد قدّر الفلكيون قطره بـ ٢٤٠ مليون ميل. اما كتلته فهي ٣٥ مرة من كتلة الشمس، وهي كتلة كبيرة جداً في المقاييس الفلكية. ولا يمكن رؤية المرافق الآخر لبرودة سطحه، فهو لا يشعّ الا الاشعة الحمراء التي لا نراها. ولا نرى في المطياف سوى طيف المكون الرئيسي، الا ان الفلكيين عند الخسوف الذي يحدث في هذا النظام يرون خطوطا سوداء اضافية في الطيف.

ومدة دورة هذا النظام ٢٧,١ سنة. وعند الخسوف يبدأ المكون غير المرئي يغطي المكون اللامع فيخفض القدر إلى اقل قليلاً من القدر الرابع، ويدوم هذا الخسوف ٧٠٠ يوم ومن هذا الخسوف استطاع الفلكيون ان يقدّروا قطر النجم الخفي. ووجدوا بحساباتهم ان قطره يبلغ ٣٢٠٠ مليون كيلومتر. اي ان هذا النجم يبتلع النظام الشمسي حتى ما وراء اورانوس. ومن المفروض في هذه الحالة ان هذا النجم يمرّ في دور التكوين وان الحرارة فيه لم تصل إلى درجة التفاعل النووي بعد.

كانت هذه هي الصورة التي حملها الفلكيون عن هذا النظام حتى سنة ١٩٧١ . الى ان جاء عالمان امريكيان (كاميرون) و (ستوذرز) فأعطيا تفسيراًآخر قلب هذه الصورة رأساً على عقب. فقالا بأن المرافق الثانوي الخفي هو ثقب اسود، وهو يدور مع النير حول مركز مشترك. وعندما يبدأ الخسوف – اي يكون الثقب الاسود في ناحيتنا – فإن غيوماً من سطح المكون النير تعكر الجوّ وتنطلق نحو الثقب الاسود لكي تنصب فيه. وهذه الغيوم تغطي مساحة قطرها ٢٤٠ مليون كيلومتر من سطح اللامع

فنتصور ان جسماً بهذا الحجم قد مر امامنا فحجب هذه المساحة عنّا. والاشعة الحمراء التي نراها هي من هذه الغيوم.

وقد بدأت منذ ذلك الحين قضية الثقوب السوداء عملياً، واخذ الفلكيون في البحث عنها في نواح اخرى، ووجدوا دلائل كثيرة تؤيد هذه الظاهرة.

وهناك انظمة ثنائية اخرى يخسف بعضها بعضاً فيخف ضوؤها ويشتد ونعتبرها من المتغيرات الكاذبة. هناك مثلاً، المكون الثالث من (رأس التوأم المقدم) الذي يتكون بدوره من مكونين كل قزم احمر يدوران حول مركز مشترك ويخسف احدهما الاخر.

وهناك (UX الدب الاكبر) والمكوّنان فيه يكادان أن يكونا متشابهين، قطر كلّ منهما يبلغ نصف قطر الشمس وكتلة كل منهما اكبر من كتلة الشمس. ولهذا فهما كثيفان وقليلا اللمعان. الدورة في ٤ ساعات و ٤٥ دقيقة.

ومن الثنائيات الخاسفة الشهيرة (بيتا اللورا) التي تسمّى (الشلياق) مدة الدورة حول المركز المشترك ١٢,٩ يوما. بعده حوالي ١٣٠٠ سنة ضوئية.

المتغيرات الحقيقية:

ان التغير الحقيقي في النجم هو عملية ذاتية تحدث في جسم النجم، بحيث نجد ان لمعانه يتغير من فترة إلى فترة. اي انه يكون في لحظة من قدر معين وفي لحظة اخرى من قدر آخر. ان طبيعة هذه العملية التي تحدث غير معروفة بالضبط، وانما هناك نظريات لتفسيرها، وقد يكون بعضها مقبولاً اكثر من الآخر.

وبحسب طول الدورة في التغيّر، وبحسب انتظام الفترات او عدم انتظامها، جرى تقسيم النجوم المتغيرة. ولكي لا اصور للقارىء انه مقبل على دراسة طويلة، افضل ان لا اذكر لائحة تقسيمها في بدء حديثي هذا. وسأترك له تنظيم تقسيمها بنفسه اذا وجد ان الحديث عنها ممتع طريف.

النجوم المتغيرة طويلة الامد:

في سنة ١٥٩٦ (اي قبل اختراع المرقب) لاحظ الراهب الهولاندي (فابريسيوس) نجماً من القدر الثالث في كوكبة (قيطس) ويبدو عليه انه نجم عادي. لكنه بعد بضعة اسابيع، نظر اليه في مكانه في السماء فلم يجده. وبعد سنوات عديدة عندما كان باير يشتغل في اطلسه الشهير، وجد هذا النجم

ووضعه في اطلسه وأعطاه الحرف اليوناني (اوميكرون) وكان عندئذ من القدر الرابع. ولم يعرف احد انه النجم الذي اختفى سنة ١٥٩٦ . ولكن هولاندياً آخر لاحظ فيما بعد ان هذا النجم يظهر ويختفي على فترات.

ويعرف هذا النجم الان باسم (اوميكرون قيطس) او (اعجوبة قيطس). وفترة التغير فيه غير ثابتة تماماً، والقدر الذي يصل اليه في خفوته او تألقه غير ثابت ايضاً، ولكنهما يتغيران ضمن حدود معقولة. فمعدل فترة التغير ٣٣١ يوماً، والاقدار التي يتراوح بينها هي ١,٧ – ٩,٥ . غير انه في معظم حالات تألقه لا يصل حتى إلى القدر الثالث. ويمكن رؤيته بالعين المجردة لمدة ١٨ اسبوعاً من دورته التي تبلغ ٤٧ اسبوعاً. ولهذا لا تستغرب اذا نظرت اليه فلم تجده في كثير من الاحيان. ولكن اذا كان لديك مرقب صغير وخرائط فانك ستجده حتماً في موضعه. وستراه احمر اللون.

والواقع ان كل المتغيرات ذات الفترة الطويلة هي من مرتبة (M) او اقل. ويعتقد ان قطره ٤٠٠ مليون كيلومتر وان كتلته عشرة اضعاف كتلة الشمس. ومع ان بعده يزيد عن مائة سنة ضوئية الا انه اقرب النجوم المتغيرة ذات الفترة الطويلة الينا، ولهذا يكون احياناً واضحاً بالعين المجردة. ولأعجوبة قيطس مرافق قزم، الا انهما لا يخسفان بعضهما بالنسبة الينا فنحن لسنا على مستوى مدارهما. فالتغير اذن ليس ناشئاً عن الخسوف في الثنائي، انما هو ناشىء عن عملية ذاتية داخل النجم. وهو يغير حجمه وحرارته في اثناء فترة التغير. فحرارة سطحه تتراوح ما بين ٢٥٠٠ الى ٧٠٠ درجة. وهو ينتفخ وينكمش، فهو اذن غير ثابت الحجم. والطيف فيه يتغير ايضاً، وتظهر احياناً خطوط براقة بالاضافة إلى الخطوط السوداء.

وقد عرف الفلكيون حتى الآن حوالي ثلاثة الاف نجم من هذا النوع في مجرتنا. ويسمونها (المتغيرات من نوع اعجوبة قيطس). ولكنها كلها بعيدة جداً واعجوبة قيطس هو الظاهر منها للعيان. ومع ذلك فان باستطاعة الهاوي الذي يملك مرقباً متوسطاً ان يراقب بعضاً منها.

من هذه المتغيرات (تشي الدجاجة). وهذه تكون في المع حالاتها من القدر الثالث، ولكن في خفوتها الاشد تهبط إلى القدر ١٤، بحيث لا تراها بالمرقب المتوسط. ومعدل دورتها ٤٠٧ أيام، وطيفها من مرتبة (S) وهو نوع نادر في آخر سلسلة المراتب. وهي تصدر اشعاعاً قويا من (تحت الاحمر).

وقد جرت العادة في تسمية النجوم المتغيرة في الكوكبة على الشكل التالي: اول متغير يكتشف في الكوكبة يعطي حرف (R) والمتغير الذي يكتشف بعده في الكوكبة نفسها يعطي حرف (S) وهكذا حتى تستنفد الحروف اللاتينية ونصل الى (Z). والذي يكتشف بعد ذلك يعطي الحرف (V) متبوعا

برقم مناسب. فمثلا: (334 الدجاجة) هو اول متغير اكتشف بعد ان استنفدت الحروب اللاتينية لمتغيرات اكتشفت قبله.

ومن المتغيرات من نوع اعجوبة قيطس (R الاسد) في كوكبة الاسد، و (R الدجاجة) و (U الدجاجة) في كوكبة الدجاجة و (R الارنب) في كوكبة الارنب و (U الجوزاء) في كوكبة الجوزاء. وكلها تستطيع رؤيتها في المنظار في تألقها الاشد، لكنها تصبح صعبة الرؤية عند خفوتها.

النجوم المتغيرة نصف المنتظمة:

انا اعرف ايها القارىء اني ازعجك بهذه الاصطلاحات الطويلة التي تبدو للوهلة الاولى معقدة. ولهذا اطلب منك ان لا تفكر في العنوان كثيراً عند القراءة. اقرأ الفقرة اولاً وعندما تفهمها تجد انك ستضع العنوان بنفسك.

ان المثل النموذجي على هذا النوع من المتغيرات هو (يد الجوزاء) الذي تسميه العرب ايضاً (مكتب الجوزاء). انه عندما يكون متألقاً يضاهي في لمعانه نجم (رجل الجوزاء)، وفي اوقات خفوته يعادل (الدبران). وقد قدر الفلكيون فترته بخمس سنوات او ست. ولكن الفترة تختلف بين حين وآخر اختلافاً كبيراً بحيث لا يستطيع احد ان يتنبأ بموعد صحيح. ان هناك عملية انتفاخ وانكماش تجري في النجم وما يترتب على ذلك من تغير في درجة حرارة السطح.

والتغير في هذا النوع من النجوم لا يتجاوز قدراً واحداً او قدرين على الاكثر. ففي (يد الجوزاء) يتراوح القدر ما بين ٠,٧ الى ١,٥ . اننا لا نجد فروقاً كبيرة في الاقدار كما رأينا في اعجوبة قيطس.

ومن المتغيرات نصف المنتظمة ذلك النجم الذي سمته العرب (كلب الراعي) او (رأس الجاثي). ويبدو انه من العمالقة الكبرى. فقطرة ٦٤٠ مليون كيلومتر، وهو محاط بغلاف واسع من غازات تمتد حتى ٩٦٠ مليون كيلومتر. وعلى ذلك فهو عملاق في اقصى الضخامة. ومع انه يبعد اكثر من ٤٠٠ سنة ضوئية الا انه لامع جداً في السماء، ويتراوح قدره ما بين ٣ إلى ٤ .

ان (رأس الجاثي) قد يعطينا مدخلاً لهذه النجوم المتغيرة نصف المنتظمة. ففي غلافه الخارجي قد تتكاثف الغازات في لطخات من غيوم تحجب بعض ضوئه فيقلّ لمعانه. لكن مما لا شك فيه ان هناك تغيراً داخلياً ذاتياً ايضاً.

وهناك متغيرات اخرى من هذا القبيل تقريباً. مثل (RV الثور) نسبة الى اول نجم اكتشف هذا التغير فيه. ويتميز هذا النجم بأنه من المتغيرات نصف المنتظمة سوى ان التغير طفيف جداً بحيث لا

تكتشفه بالعين المجردة وانما يحتاج الى آلات تسجيل لهذا الاختلاف البسيط.

متغيرات النوفا الاقزام (النجوم المتجددة): كلمة (النوفا) تعني باللاتينية الجديد. وقد اطلقت على كل جرم يظهر جديداً في السماء. الا ان هذه النوفا تكون ناتجة عن انفجار حدث داخل النجم. واذا كان الانفجار شديداً وتحطم النجم كله تقريباً واصدر ضوءاً اشد، فان الفلكيين يقولون عنه (سوبرنوفا) أو (مستعر).

ويعرف الفلك نجوماً اقزاماً يكون ضوؤها خافتا معظم الوقت بتغيّر طفيف. ولكنها تتوهج فجأة ويأخذ النجم في التألق ويزداد عدة أقدار. ولا يصل النجم في تألقه الى المستوى نفسه كل مرة، ولا يدوم التألق وقتاً محدداً، والفترات بين كلّ وهج وآخر غير ثابتة.

وقد سُمّي هذا النوع من المتغيرات (نوع U التوأمين) نظراً الى ان هذا النجم كان اول ما اكتشف من هذا النوع. ومعدل فترته ١٠٣ أيام. ومن هذه الفئة ايضاً (SS الدجاجة) وفترته ٥٠ يوماً و (UV برشاوس) وفترته ٣٠٠ يوم.

وقد مكث الفلكيون ردحاً من الزمن لا يعرفون فيما اذا كانت هذه المتغيرات الغريبة بعيدة شديدة اللمعان او قريبة خافتة. لكن يبدو انها على بعد بضع مئات من السنين، وانها اقزام. وقد وجدوا انها في انظمة ثنائية. والنموذج المثالي منها هو نجم اصفر درجة حرارة سطحه مثل الشمس تقريباً، يدور مع قزم ابيض حول مركز مشترك. اما سبب هذه التألقات الفجائية فلا تزال تحوم حوله الشكوك. ومن غير المحتمل ان تكون هذه التألقات ناتجة من النجم الاصفر. انما من المحتمل ان تكون ناشئة عن تيارات وغيوم غازية لها علاقة بالمكونين. وقد رأى بعض الفلكيين ان الظاهرة ناشئة عن قزمين اصفرين يدوران حول بعضهما، وهما متقاربان تقارباً شديداً يكادان يلتصقان، وحركة التيارات والغيوم الغازية تسير بينهما بشكل معقد.

ومن هذه الفئة ايضاً (Z الزرافة). ويبدو ان هذا النجم ينسى انه متغير لاسابيع او شهور قليلة، ثم يتذكر ذلك فيتوهج.

وهناك نوع من المتغيرات غير المنتظمة يعرف بنوع (R الاكليل) نسبة الى اول نجم اكتشف منه. ونجوم هذا النوع خافتة جداً، ونجم (R الاكليل) هو استثناء. وهو عادة من القدر السادس، اي على حد الرؤية في العين. ولكنه احيانا يخفت الى القدر ١٢,٥ فلا تعود المراقب الصغيرة تراه. وهذا النوع من النجوم فقير جدا من الهيدروجين غني بالكربون. وقد قال بعض الفلكيين ان خفوته قد يكون ناتجا عن عملية بناء الكربون في غلاف النجم الخارجي، وان قناعا من السناج الاسود يغطي السطح

ويحجب الضوء. وطيف هذا النوع من النجوم معقد، ولا يعرف احد كيف تجري الامور غير انها عمالقة لمّاعة. ومن المؤسف ان الفلك يعرف منها اقل من خمسين. ومن المرجّح ان تكون نجوما في آخر ادوار حياتها.

وهناك نجوم سديمية تسمى نوع (T الثور) وهي لا شك في دور الصبا. وهي تصدر اشعة تحت الحمراء بقوة، واوقات تغيرها عفوية جداً. انها نجوم في دور التكوين لم تستقر بعد.

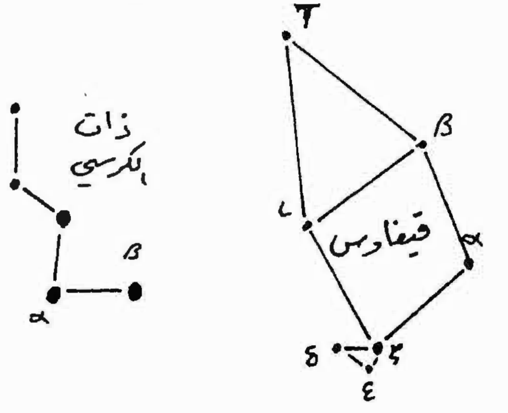
وهناك نجمان يجب ذكرهما في هذا الصدد وان كانا لا يعتبران عملياً من المتغيرات. وهما (FU الجوزاء) و (١٥٠٧ الدجاجة). كلاهما منغمس في سديم وكلاهما يكون نجماً خافتاً جداً فيزداد لمعانه فجأة ويرتفع قدره ويبقى على القدر الذي وصل اليه. فنجم (FU الجوزاء) كان خافتاً جداً سنة ١٩٣٦ وفجأة اخذ لمعانه يزداد حتى وصل الى القدر العاشر، في مدى خمسة شهور وبقي على ذلك القدر منذ ذلك الحين. اما نجم (١٥٠٧ الدجاجة) فقد ازداد لمعانه سنة ١٩٦٩ ستة اقدار وبقي على حاله حتى الآن. يبدو انهما في دور التكوين من السديم الذي ينغمسان فيه وهما ينفضان عنهما الغيوم الغبارية ليظهرا لنا. وهما يصدران اشعة تحت الحمراء من المادة الغبارية ذات الحرارة العالية. وعلماء الفلك في المستقبل سيرون نجوماً وليدة تنفض عنها الغبار لكي تتألق في سمائنا.

المتغيرات المنتظمة:

المتغيرات القيفاوية:

اشتق اسم المتغيرات القيفاوية من (دلتا قيفاوس) اول نجم اكتشف انه متغير من هذا النوع.

ولكي تستدل عليه انظر شكل (٢٤ : ٤)، فانه يشكل مثلثاً مع (ابسلون قيفاوس) و (زيتا

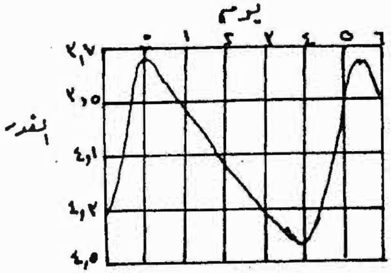


شكل (٢٤ : ٤)

قيفاوس). لاحظ ان كوكبة (ذات الكرسي) مجاورة لكوكبة قيفاوس. الخط الممدود من (الفا ذات الكرسي) الى (بيتا ذات الكرسي) سيوصلك الى كوكبة قيفاوس.

ان (دلتا قيفاوس) متغير منتظم انتظاماً دقيقاً. ويتراوح قدره بين ٣,٧ الى ٤,٣ . ودورته في خمسة ايام و ٩ ساعات (بالضبط: ٥ أيام و ٨ ساعات و ٤٧ دقيقة) واذا عرفنا المرحلة التي هو فيها من دورته، فاننا نستطيع ان نعرف المرحلة التي سيكون فيها في اي وقت بعد ذلك. فهو منتظم حتى الثانية.

ونجد الآن اننا امام نبضات منتظمة تشمل كل شيء في النجم – قطره ودرجة حرارته وطيفه. وتتغير درجة حرارة السطح بحدود ٢٠٠٠ درجة ويتغير الطيف من (F4) حتى (G6). انظر شكل (٥:٢٤).



شكل (٥:٢٤)
الرسم البياني لدورة النجم
(دلتا قيفاوس)

و (دلتا قيفاوس) مثله مثل غيره من نوعه عملاق ضخم اصفر. ومن القيفاويات التي تستطيع رؤيتها بالعين المجردة في نصف الكرة الشمالي (ايتا العقاب) و (زيتا التوأمين). وفي نصف الكرة الجنوبي ترى (كابا الطاووس) و (بيتا ابي سيف). اما تلك التي نراها بالمرقب في مجرتنا وحدها فتزيد على ٦٠٠ حتى الآن.

والقيفاويات انواع. منها ما هو اقل لمعاناً من (دلتا قيفاوس) ومنها ما يكون التغير فيه طفيفاً لا تستطيع ان تلحظه بالعين المجردة. والنجم القطبي قيفاوي لكن التغير في قدره طفيف يحتاج الى آلة قياس الضوء لكي تدركه.

وفي اي نجم هناك قوتان يجب اعتبارهما – اولاً: وزن المادة التي تجعل النجم ينكمش على

بعضه بتأثير الجاذبية، وثانياً: ضغط الغازات الحارة داخل النجم. وفي النجم الثابت المستقر تتعادل هاتان القوتان. لكن في نجم مثل القيفاويات لن تكون كذلك. فاذا بدأنا بالنظر الى الانكماش، فان الضغط في الداخل سيزداد الى ان يتغلب على قوة الجاذبية، فيتوقف عن الانكماش. وعندئذ يبدأ الانتفاخ تدريجياً.. وهكذا.

وبناء على ذلك فان النجم يسير في نبضات. وكما هو منتظر، فان النبضة تكون اكبر كلما كان النجم اكبر وفيه مادة اكثر. ولن يكون مستغرباً ان نجد ان مدة النبضة مرتبطة ارتباطاً عملياً باللمعان الحقيقي للنجم. وهذا في الواقع هو ما يحدث. ونجد ان قد اصبحت لدينا قاعدة ثابتة في القيفاويات تقول – كلما كانت الفترة اطول كلما كان النجم اقوى واكبر واشد لمعاناً. وعلى هذا فان (زيتا التوأمين) التي دورتها (١٠,١) يوماً، هي اشد لمعاناً من (دلتا قيفاوس) التي دورتها (٥,٤) يوماً. وبما ان النجمين يبدوان لاعيننا في نفس الدرجة من اللمعان، فيجب ان يكون (زيتا التوأمين) اكثر بعداً من (دلتا قيفاوس).

ان الفترة التي يحدث فيها التغير تدلنا على لمعان النجم الحقيقي، اي القدر المطلق. ونحن نرى النجم ويمكن ان نقيس لمعانه الظاهري. وما دمنا نعرف لمعانه الحقيقي ولمعانه الظاهري اذن يصبح من السهل تقدير بعده تماماً.

ولما كانت القيفاويات من النجوم اللماعة فان المراقب البصرية تراها ليس في مجرتنا وحسب بل في المجرات القريبة منا ايضاً.. وبهذا فاننا نقيس لمعانها الظاهري ثم نقيس فترة التغير فنعرف اللمعان الحقيقي. ونستطيع ان نعرف بعدها عنا او بعد المجرة التي يكون فيها. وهكذا اصبح لدينا مقياس دقيق لمعرفة الابعاد.

وهناك نوع اخر من النجوم المتغيرة المنتظمة تسمى نوع (RR اللورا). وهي نجوم لها فترات قصيرة (معظمها اقل من يوم واحد). ويبدو انها كلها من نفس القدر – اقل من مائة مرة من الشمس. والفلكيون يعتمدون اعتماداً كبيراً على القيفاويات وعلى (RR اللورا) في تحديد الابعاد.

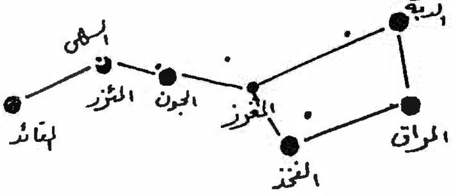
هل الشمس نجم متغير؟

الجواب بالطبع: لا. فلو تغير مقدار الاشعاع الذي يصلنا منها لوجدنا الكثير من المتاعب التي قد تقضي على البشرية في الارض. ومن حسن حظنا انها كانت ولا تزال ثابتة. ولكننا نجد دورة شبه منتظمة في ازدياد البقع الشمسية على سطحها كل ١١ سنة. ولهذه البقع علاقات بالمجالات المغناطيسية فقط. ولهذا يمكن ان نعتبر الشمس متغيراً مغناطيسياً.

متغيرات العصور:

هل هناك نجوم متغيرة تكون الفترة فيها طويلة جداً بحيث تستغرق عصوراً طويلة من الزمن؟ واذا كان ذلك فمعناه ان التغير يكون بطيئاً جداً بشكل لا نستطيع ان نلحظه بمقارنة بين عشرات قليلة من السنين. الواقع ان الفلك لا يوجد لديه شيء اكيد بهذا الشأن. ولكن هناك من ملاحظات القدماء امثال بطليموس والصوفي تجعلنا نثير اسئلة حول الموضوع.

ان النجوم السبعة اللماعة في الدب الاكبر سمتها العرب (بنات نعش الكبرى) كما سمت النجوم السبعة اللماعة في الدب الاصغر (بنات نعش الصغرى).



شكل (٢٤:٦)
بنات نعش الكبرى عند العرب
وهي جزء من الدب الاكبر الحالي

انظر في الشكل الى بنات نعش الكبرى. النجم الاوسط في الذنب اسمه في الفلك الحديث (المئزر) مع ان العرب سمته (العناق). وعندما يتحدث عبد الرحمن الصوفي عن الدب الاكبر ويرسمه يقول بأن هناك نجماً صغيراً ملاصقاً للعناق تسميه العرب (السهى) وهو الذي يمتحن الناس به ابصارهم. ومعنى ذلك ان هذا النجم الخافت كان يستعمله العرب في ايام حضارتهم في العصور الوسطى لكي يفحصوا به قوة البصر بدل اللوحة المعلقة في عيادات الاطباء في هذه الايام. ومن المفروض ان يكون النجم في تلك الايام من القدر السادس ليكون على حدود قوة البصر السليم.

ولكن بطليموس، المراقب الدقيق، لم يأت للسهى بذكر. وقد عاش بطليموس في القرن الثاني الميلادي اي قبل الحضارة العباسية بسبعة قرون تقريباً. ومن المرجح ان بطليموس لم ير السهى، ومن المحتمل انه كان اخفت من القدر السادس ساعتئذ.

غير اننا في القرن العشرين في ايامنا هذه نراه بوضوح حتى عند من يقاسون من ضعف بصر خفيف. وهو يعتبر الآن من القدر الخامس. فهل لنا ان نستنتج ان (السهى) يزيد قدراً واحداً كل بضعة قرون؟ وهناك اسئلة اخرى من هذا القبيل.

فنجم (المغرز) وهو في بنات نعش الكبرى ايضاً (انظر الشكل ٢٤ : ٦) نجد ان بطليموس والصوفي يعتبرانه من القدر الثاني على مستوى المتزر في اللمعان. لكنه الان من القدر ٣,٣ .

وبالمثل، فأن (رأس التوأم المقدم) في التوأمين كان يعتبر انه يضاهي (رأس التوأم المؤخر) ولكنه الآن اخفت منه بنصف قدر.

وكذلك نجم (الصرفة) (بيتا الاسد) فقد كان القدماء يعتبرونه من القدر الاول، ولكنه الآن من القدر الثاني بينما كانوا يعتبرون (الفا الحواء) (رأس الحواء) من القدر الثالث، مع انه من القدر الثاني.

وهناك نجوم كثيرة من هذا القبيل. فهل حدث تغيير حقيقي في هذه النجوم؟ ام اننا يجب ان نشك في رصد الفلكيين الاوائل؟ وهل هذه النجوم متغيرات تكون دورتها على مدى قرون؟

الفصل الخامس والعشرون

عناقيد النجوم

اظن ان الثريا هي اشهر الاجرام السماوية التي عرفها العرب، سواء في الجاهلية ام بعد ذاك. وقد سّموها (الثريا) لأنهم كانوا يتبركون بها وبطلوعها. وهي تصغير ثروى، وصغروها لتقارب كواكبها. ويقول الصوفي انها تتكون من اربعة نجوم ومن خلالها نجمان او ثلاثة خفيان وقد صارت مع الاربعة مثل عنقود العنب متقاربة مجتمعة. معنى ذلك ان الصوفي، ومن قبله بطليموس، كانا يريان فيها سبعة نجوم. ومن هذه الحقيقة نرى الاسم الشائع لها في اوروبا هو «الاخوات السبع» واقوياء البصر يستطيعون ان يروا اكثر من هذا العدد. اما اذا وضعت المنظار فتجد ان اعداد النجوم قد تزايدت.

الثريا (m45):

هي (عنقود مفتوح) او (عنقود مجرّي) في كوكبة الثور ص.م الساعة ٣,٧، ميل ٢٤ + ، وتقع ١٥ درجة الى الشمال الغربي من (الدبران). وهي تتكون من اكثر من ٣٠٠ نجم متجمعة في مساحة قطرها حوالي ٥٠ سنة ضوئية. وهي تبعد عنا حوالي ٤٩٠ سنة ضوئية.

واحسن منظر لها هو في المنظار، ففيه يمكن رؤيتها في حقل نظر واحد. اما في المرقب فان التكبير سيحرمك من رؤيتها كلها فترى جزءاً منها فقط. لكنك سترى عند التكبير ان هذا العنقود يقع في وسط سديم خفيف من الغاز، وسترى ان نجومه شديدة اللمعان.

وليس مجرد تقارب هذه النجوم مع بعضها هو الذي يجعلها تحمل اسم (العنقود). بل ان هناك شرطاً اساسياً للعنقود المفتوح او العنقود المجرّي وهو ان تكون النجوم الموجودة فيه تتحرك في الفضاء في اتجاه واحد، والنجوم عادة تكون من مرتبة طيفية واحدة. ويتخذ الفلكيون من هذه الحقائق دليلاً على ان نجومه نشأت في الاصل من سديم واحد وفي فترة زمنية واحدة وتحتل موقعاً واحداً من شكل (هـ.ر). فنجوم الثريا مثلاً على خط التتابع الرئيسي، مما يدل على انها لا تزال شابة فتية بحسب المفهوم

الفلكي للزمن.

وقد سميت هذه العناقيد (مفتوحة) نظراً لتباعد نجومها عن بعضها، ولأنها لا تبدو مترابطة مع بعضها بالعين المجردة او المرقب. وتسمى احياناً (المجرية) لأنها توجد داخل المجرة، لا لسبب آخر. وهناك عناقيد مفتوحة اخرى ترى بالعين المجردة، منها:

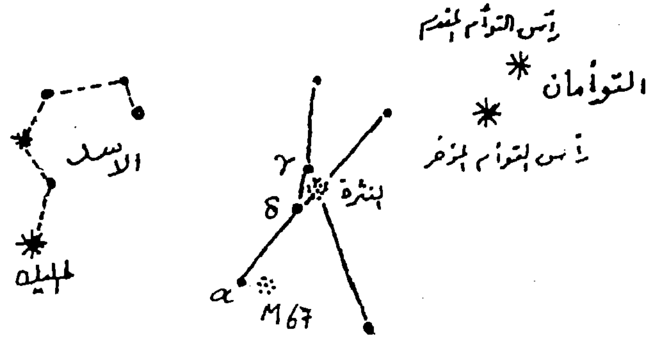
القلاص او القلائص:

والقلاص والقلائص عند العرب تعني صغار النوق. ويقع هذا العنقود حول نجم (الدبران) ولهذا فان العثور عليه سهل جداً. لكن (الدبران) نير الثور، ذا اللون البرتقالي اللامع ليس من العنقود، فهو يقع في منتصف المسافة بيننا وبينه. فبعد الدبران عنا هو ٥٧ سنة ضوئية ويعد القلاص ضعفا هذه المسافة تقريباً. ونحن نراهما معاً لأنهما يقعان على خط نظر واحد. ونجوم القلائص مبعزقة نسبياً ومعظمها من العمالقة الحمراء.

النثرة (M44):

عنقود مفتوح آخر يرى بالعين المجردة ولكنه خافت بحيث تحجب رؤيته اقل تعكيرات الجو او ظهور القمر حتى ولو كان هلالا. وهو في كوكبة السرطان، وهي كوكبة خافتة ايضاً، فالنجوم اللامعة فيها من القدر الرابع. ولكن المرء يستدل عليها بسهولة في الليل المعتم الصافي لأنها تقع بين كوكبتين بارزتين، هما: الاسد والتوأمان. والنثرة تقع في وسط كوكبة السرطان، بالقرب من (دلتا) السرطان من القدر الرابع و (جاما) السرطان من القدر الخامس. انظر الشكل (٢٥:١)

شكل (٢٥:١)
كوكبة السرطان بين كوكبة التوأمين وكوكبة الاسد. النثرة في منتصف الكوكبة



وتبعد النثرة عنا اقل من ٦٠٠ سنة ضوئية.

وفي جنوبي كوكبة السرطان بالقرب من (الفا السرطان) والى الغرب قليلاً، يوجد عنقود مفتوح آخر اسمه (M67) يمكن رؤيته بوضوح في المنظار. وهو بعيد جداً، ٢٥٠٠ سنة ضوئية ويحتوي على حوالي ٥٠٠ نجم.

ومن العناقيد الجميلة في المرقب الصغير، وعلى حدود الرؤية بالعين المجردة يوجد عنقودان في كوكبة برشاوس، يكادان يكونان توأمين. وهما موجودان في مقبض السيف من صورة بطليموس والفلكيين العرب، ويظهران في نفس الحقل في المرقب الصغير اذا لم يكن التكبير شديداً. وهما بعيدان جداً عنا، ويقدر البعد ٧٠٠٠ سنة ضوئية.

ان العناقيد المفتوحة كثيرة، والمعروف منها حوالي ٤٠٠، والدليل الفلكي يدلنا على الكثير منها.

العناقيد الكروية

اخذت العناقيد الكروية اسمها من شكلها. فالعنقود الكروي يبدو كرة من نجوم متراصة، حتى ان الناظر اليه بمنظار او بتكبير بسيط يحسبه جرماً واحداً. ولكن التكبير يبدأ يظهر النجوم على الاطراف واذا كبرنا اكثر نرى النجوم الفرادى فيه.

والعنقود الكروي يتكون من عشرات الالاف من النجوم متجمعة على شكل كرة متراصة في المركز اكثر منها على الاطراف. ومعدل البعد بين النجم والاخر هو اقل جداً من معدل البعد في ناحيتنا من المجرة. فعلى بعد سنتين ضوئيتين من اي نجم سيكون هناك بضعة نجوم. وبعض هذه قد يكون شديد اللمعان. ولو كانت هناك كواكب فان سماءها سيكون غريباً حقاً لأضاءة شموس عديدة فيها. وقد لا يكون هناك ليل لكواكب كهذه.

والعناقيد الكروية تبدو باهتة لنا في السماء، لا لأنها في حقيقتها كذلك، بل لأنها بعيدة عنا بعداً سحيقاً. فأقربها يبعد عدة الاف من السنين الضوئية. وذلك لأنها في الواقع ليست داخل المجرة. انها تحيط بالمجرة، كما ان هناك عناقيد كروية تحيط بمجرات اخرى. ولهذا نراها في ناحية معينة من السماء وتركيزها جهة كوكبة العقرب وكوكبة الرامي.

وقد استطاع الفلكيون تقدير ابعادها لوجود نجوم (RR اللورا) فيها. والعناقيد الكروية قليلة نسبياً، ويعرف الفلكيون منها في مجرتنا اكثر من مائة بقليل. وهي عادة خافتة، والواضح منها على

حدود رؤية العين. ونجد منها في دليل مسييه ٢٨ عنقوداً كروياً فقط. واجمل هذه العناقيد في السماء اثنان: (٤٧ الطوقان)، وكوكبة الطوقان لا نستطيع ان نراها من بلادنا لأنها في الدائرة القطبية الجنوبية، والعنقود الاخر هو (اوميجا قنطورس) وقد نكون محظوظين اذا ساعدنا الجو ورأيناه من عمان، لأنه يقع على خط ميل ٤٧ -، أي انه يكون اعلى من الافق بأحدى عشرة درجة فقط.

ولكننا في نصف الكرة الشمالي لدينا عنقود كروي جميل في كوكبة الجاثي، وهو (M13).

العنقود الكروي في الجاثي (M13):

كوكبة الجاثي نفسها يصعب العثور عليها للمبتدىء. والعنقود يقع على ص.م ١٦,٧ ساعة وميل ٣٧ + ٠ من الافضل عند استعمال المنظار ان نبتدىء من (النسر الواقع) وتوجهه الى موضع في الغرب منه بعشرين درجة تقريباً - موازياً خط الاستواء الفلكي. ويمكن ان تستعين بالعين المجردة، فهو على حدود الرؤية فيها. سيريك المنظار بقعة غبشاء. اما اذا استعملت مرقباً ٧,٥ سم فستبدأ برؤية بعض النجوم على اطرافه.

اوميجا قنطورس (NGC 5139)

ليس لهذا العنقود الكروي رقم في دليل مسييه، لأن مسييه كان يعيش في فرنسا ولم يره. ولهذا نستعمل الرقم الذي اطلق عليه في الدليل العام الجديد. هذا بالاضافة الى ان باير عندما استعمل الحروف اليونانية لأسماء النجوم اعطاه حرف (اوميجا) بعده ٢٢٠٠٠ سنة ضوئية.

العنقود الكروي رقم (M4)

في كوكبة العقرب. خافت. لكن الاستدلال عليه سهل. فهو بالقرب من (قلب العقرب).

الفصل السادس والعشرون

السدم

ان مجرتنا (والمجرات الاخرى) ينتشر خلالها غاز وغبار فلكي هنا وهناك – في قرص المجرة وبين الاذرع اللولبية. ويعتقد الفلكيون ان النجوم في المجرات تكونت من تكاثف هذا الغاز والغبار. والعنصر الرئيسي في هذا الغاز هو الهيدروجين، وهناك كميات قليلة من الهيليوم والاكسجين والنيتروجين وغازات خامدة اخرى.

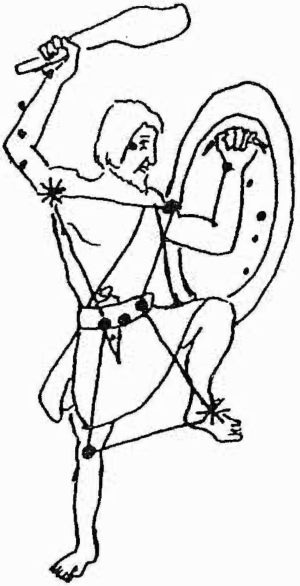
هذا الغاز والغبار الفلكي قد يكون رقيقاً جداً في بعض المواضع بحيث لا يكاد يبدو له اثر، وقد يكون كثيفاً جداً يخفي ما وراءه من اجرام، وقد يكون فيما بين ذلك. ومن ناحية اخرى قد يكون لامعاً ذا توهج ظاهر وقد يكون اسود اللون لفقدان اي نور فيه. ولكن مهماكان الشكل الذي هو عليه، فأنه اذا كان متجمعاً في كتلة كبيرة ظاهرة في المرقب (او للعين المجردة) فاننا نسميه سديماً. ولا نكون قد اتينا عندئذ باسم غريب. فالسديم يعني غيمة لا اكثر ولا اقل. وقد اختار المترجمون العرب في اوائل هذا القرن كلمة (السديم). فلماذا اغيرها؟ هذا مع العلم بأن عبد الرحمن الصوفي سمى هذه الظاهرة «اللطخة السحابية».

ولا يكتفي الفلكيون باطلاق اسم السديم وحده على تجمع غازي غباري كهذا، انما يلحقونه عادة بصفة تدل على المميزة الظاهرة فيه. فهناك مثلا، (السديم المجري) نسبة الى المجرة، و (السديم المنتشر) و(السديم الغازي) اذا كان مكوناً من الغاز فقط خالياً من الغبار، و(السديم الكوكبي) اذا كان على شكل حلقة.. وهكذا. انظر شكل (٢٦ : ١)

(M42) السديم الكبير في الجوزاء (NGC 1976)

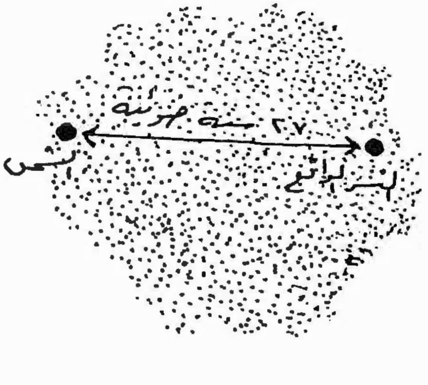
سترى في شكل (٢٦ : ١) الكوكبة الجميلة التي عرفها الاغريق باسم «الصياد اوريون» وعرفها العرب في الجاهلية وبعد الجاهلية باسم «الجوزاء». ولكن الفلكيين العرب في الترجمة عن بطليموس

اخذوا يطلقون عليها اسم «الجبار». انظر الى نطاقه الجميل المكون من نجوم ثلاثة براقة يتدلى منه سيفه او خنجره. انظر الى السيف في السماء في ليلة شتاء صافية مظلمة وطبق معلومات النظرية. ان طرف السيف المتدلي يتكون من بقعة غبشاء وضاءة. انها سديم مجرى او سديم غازي. وهي اشهر السدم.



شكل (٢٦:١)
هذا الشكل عرفه العرب باسم الجوزاء وعرفه الاغريق باسم الصياد (اوريون). ويرى هنا في الصورة التي رسمها العرب عن الاغريق وهو يمسك بالترس في يده اليسرى وبالهراوة في اليد اليمنى وهو هاجم على (الثور).

يبعد عنا سديم الجوزاء الكبير حوالي ١٥٠٠ سنة ضوئية، وهو كبير جداً، فقطره حوالي ٢٥ – ٣٠ سنة ضوئية. أي ان نظامنا الشمسي لو كان في طرف من هذا السديم فإن نجم (النسر الواقع) يكون في الطرف. انظر الشكل (٢٦:٢)



شكل (٢٦:٢)
سديم الجوزاء الكبير، قطره حوالي ٣٠ سنة ضوئية. اي ان الشمس لو كانت في احد اطرافه لكان (النسر الواقع) في الطرف الآخر.

غير ان الكثافة في سديم الجوزاء الكبير منخفضة جداً، بحيث تشبه الفراغ الذي يمكن ان تحصل عليه في آلة تفريغ الهواء في المختبر.. وفي طيفه يظهر خط براق مما يدل على ان السديم مضيء ذاتياً الى حد ما. وهذا راجع في الحقيقة الى النجوم المنغمسة في السديم، فهي شديدة الحرارة جداً من المرتبة الطيفية (O) و (B)، وهذه لها اشعاع فوق بنفسجي تثير المادة السديمية فتتوهج. والنجوم الموجودة في هذا السديم تبدو لنا اشد احمراراً مما هي عليه في الحقيقة. ففيه كميات كبيرة من الغبار، وهذه تعكس الاشعة القصيرة اكثر من غيرها، فتنشر الالوان البنفسجية والزرقاء متبعزقة في الفضاء، ويبقى اللون الاحمر طاغياً.

واذا كان سديم (M42) مضيئاً ذاتياً، فهناك سدم اخرى تضيء عن طريق الانعكاس. انك اذا نظرت الى الثريا بالمرقب قد تجد عنقوداً عادياً. لكن تصويرها على لوحة فوتوغرافية بالتعرض الطويل يظهر لك ان الثريا منغمسة في سديم رقيق. وترى السديم مضيئاً لانعكاس اشعة النجوم عنه. فنجومه ليست في قوة نجوم الجوزاء التي تستطيع ان تثير المادة في السديم الذي هي فيه الى حد الاضاءة الذاتية.

ومما لا شك فيه ان سديم الجوزاء الكبير، كغيره من السدم المجرية، هو المصنع الذي تصدر عنه نجوم طازجة وليدة. وعندما تحدثت عن النجوم المتغيرة ذكرت نجم (FU الجوزاء) الذي الق الفلكيون القبض عليه وهو ينفض عن نفسه غيوم الغبار فيرتفع قدره عدة اقدار في خمسة شهور. وبالاضافة الى ذلك، في هذا السديم اكثر من مائتي نجم (٢٠٠) من المتغيرات غير المنتظمة التي لم تدخل بعد في خط التتابع الرئيسي في شكل (هـ.ر).

وهناك سدم غازية كثيرة في مدى رؤية مرقب متوسط – مثلاً:

(M8) في الرامي، وبعدها ٥٠٠٠ سنة ضوئية، وهي مشعة وفيها عدد كبير من المتغيرات.

(M17) في الرامي ايضا.

السدم المعتمة

قلت ان السدم المقترنة بنجوم عالية الحرارة جداً تكون مضيئة بذاتها، وتلك المقترنة بنجوم اقل من ذلك حرارة تكون عاكسة للضوء الواقع عليها. غير ان السدم التي تكون خالية من نجوم من هذا النوع او ذاك فأنها ستكون معتمة لا نرى منها شيئاً. بل اننا لا نرى ما خلفها من نجوم لأنها ستخفي عنا كل ما وراءها. وقد كان هيرشل – مكتشف اورانوس – حين يقع على بقعة من هذا النوع وهو يتجول في السماء بمرقبه يقول: ان هنا ثقباً في السماء. في هذا المكان لم يكن يرى اي جرم من الاجرام.

انه خال من كل شيء. هذا الذي سماه ثقباً هو في الواقع سديم معتم.

كيس الفحم:

هو اشهر السدم المعتمة. وهو في كوكبة الصليب الجنوبي. لا يرى في عمان لانخفاضه عن الافق. يغطي من السماء مساحة ٨ درجات × خمس درجات. يبعد عنا ٤٠٠ سنة ضوئية. قطره حوالي ٤٠ سنة ضوئية.

وليس في نصف الكرة السماوية الشمالي سدم معتمة شبيهة بكيس الفحم. وانما توجد سدم اصغر متفرقة هنا وهناك، منها: سديم معتم بالقرب من (جاما الدجاجة) وسديم بالقرب من (رو الحواء).

السدم الكوكبية

هي حلقات من الغازات مستديرة الشكل تحيط بنجم في المركز. وهي ليست سدما بمعنى الكلمة ولا علاقة لها بالكواكب. الاسم الدارج عليها الآن هو خطأ قام به هيرشل ظناً منه ان هذا الشكل قد يحوي نظاما كوكبياً. والحلقات هي نتيجة انفجارات في النجم الموجود في المركز.

(M 57): هي السديم الحلقي في كوكبة اللورا. وهي اشهر السدم الكوكبية. ومن السهل العثور عليها فهي تقع بين (جاما) اللورا و (بيتا) اللورا، قريبة من (النسر الواقع).

سلط مرقباً متوسطاً على السديم. ترى اول الامر بقعة غبشاء. ارفع درجة التكبير تبدو لك الحلقة مثل عجلة الدراجة. ان في وسطها نجماً اقل من القدر ١٢٠ قد لا تراه اذا لم يكن التكبير كافياً. قطر الحلقة اقل من سنة ضوئية. البعد ١٤٠٠ سنة ضوئية.

ويعرف الفلكيون حوالي ٥٠٠ من هذه السدم الكوكبية، لكنها كلها بعيدة جداً وليست كلها ذات شكل منتظم. ومثال ذلك (M27) في كوكبة الثعلب و(M97) في كوكبة الدب الاكبر.

ان الحلقات في هذه السدم سائرة في عملية توسع. ويقدر ان معدل عمرها ٢٠٠٠٠ سنة. وكلما اتسعت الحلقة كلما خفتت وقلّت كثافتها. ويقدر انها كلها بعد حوالي ١٠٠٠٠٠ سنة ستكون قد انتشرت وقلت كثافتها بحيث لن يرى الفلكيون منها شيئاً. غير ان النجوم في مراكز هذه الحلقات ذات حرارة سطح عالية جداً – حوالي ٥٠٠٠٠ درجة، وهي نجوم قد تقدمت في شيخوختها ووصلت الى آخر مراحل الاحتراق النووي وهي في طريقها الى ان تصبح اقزاماً بيضاء.

اما اذا كانت النجوم العادية ستمر بمراحل انفجارات تطلق فيها غلافاً يشكل حلقات كوكبية، فهذا موضع جدل بين الفلكيين النظريين.

وقبل ان انهي الحديث عن السدم، يجب ان استدرك الذكر لسديم شهير هو المدخل الاول لدليل مسييه، وهو سديم (M1) والاسم الغالب عليه في الفلك (سديم السرطان) مع انه لا علاقة له بكوكبة السرطان، فهو في الثور. انه حطام سوبرنوفا سجلتها الارصاد الصينية سنة ١٠٥٤ م. ويبعد عنا ٦٠٠٠ سنة ضوئية. وفي وسط السديم نجم نيوتروني (نابض) ويمكن رؤية السديم كبقعة غبشاء بالقرب من (زيتا الثور)، شمالي الجوزاء. النجم النيوتروني لا تراه الا المراقب الكبيرة.

الفصل السابع والعشرون

النجوم المتفجرة

النجوم المتفجرة – بحسب شدة الانفجار – تقسم الى نوعين: المتجددة (او النوفا) والمستعرة (او السوبر نوفا). وكنت قد ذكرت هذين النوعين في معرض الحديث عن النجوم المتغيرة. وهذا امر غير مستغرب في الفلك، اذ تدخل الظاهرة الواحدة تحت عناوين عديدة في وقت واحد تمشياً مع موضوع الحديث.. والانفجار في النجم هو شكل من اشكال التغير لكنه يستحق تفصيلا اكثر.

ومن المفروض ان تكون هذه الانفجارات تحدث في النجوم التي بلغت سن الشيخوخة. والمستعر يلفت انظار كل الراصدين لبريقه الأخّاذ، ولكن المتجدد يكون اقل من ذلك بريقاً ويلفت انظار المحقق المدقق في نجوم السماء. ولهذا فمن المحتمل ان يكتشف أي انسان في اية لحظة متجدداً جديداً. ولماذا لا تكون انت ذلك المكتشف؟

رصد المتجدد (النوفا):

الذين يكتشفون النجوم المتجددة هم الفلكيون الهواة. لكن على الهاوي ان يكون قد عرف الكوكبات السماوية معرفة جيدة، وان يكون بالقرب منه عندما يبدأ المراقبة، اطلس فلكي، حتى اذا رأى نجماً لامعاً جديداً لم يعهده من قبل في موضع ما رجع الى الاطلس وراح يفتش عنه في ذلك الموضع. وسيكون قد عرف بالطبع، انه اذا رأى جرماً يتحرك في الكوكبة بسرعة بين الاجرام الاخرى فسيكون قمراً صناعياً ولن يكون المتجدد الذي نقصد. ولنفرض انه رأى جرماً متألقاً في موقع معين لم يكن له وجود في هذا الموقع من قبل، فعليه ان يحدد القدر ثم يسجل ذلك على رسم بياني، ويتابع تطور القدر فيما يلي من ايام، ثم يكتب عنه في احدى المجلات الفلكية، او ان يكون منتسباً الى احدى الجمعيات الفلكية فتقوم بنشر اكتشافه في نشرتها وتحفظ له الحق في الاكتشاف.

والنجوم المتجددة ليست نادرة الوقوع كما قد يتصور المرء. فقد اكتشف منها حتى الان في هذا

القرن حوالي ثلاثين – اي ان متجدداً يكتشف كل ثلاث سنوات.

وعند القيام بهذا الرصد يجب استعمال حقل واسع في عدسة المرقب او المنظار. وعلى الراصد ان يستعمل منظاراً او مرقباً ذا تكبير بسيط ذي رقم بؤري قليل. كلما قل الرقم البؤري كلما اعطى المرقب حقلاً اوسع في العدسة العينية. ان (جورج الكوك) الذي اكتشف ثلاثة متجددات واربعة مذنبات، كان يستعمل منظاراً مزدوج العينية مثبتاً على قاعدة. كان مدير مدرسة، لكنه صرف وقتاً طويلاً في المراقبة.

النوفا:

ان الذي يحدث هو ان نجماً خافتاً يمر في حالة من الضغط الشديد في اطرافه بعيداً عن المركز، بحيث يقذف بالقشرة الخارجية بسرعة هائلة قد تبلغ ٥٠٠ – ٦٥٠ كيلومتراً في الساعة. وتكون النتيجة ازدياد تألق النجم بشكل ملحوظ، مع ان المادة التي يقذف بها الى الخارج لا تتجاوز جزءاً من ١٠٠٠٠ من كتلة النجم.

وقد يبقى هذا الغلاف مرئياً لمدة طويلة كما حدث في (نوفا العقاب) سنة ١٩١٨ . فقد بدت غيمة غازية بعد الانفجار بأربعة شهور وبقيت مرئية حتى عشرين سنة بعد ذلك.

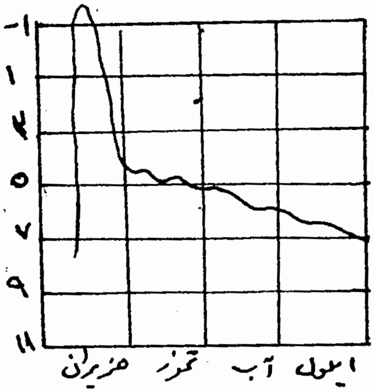
وكل نوفا لها سياق خاص يختلف عن سياقات النوفات الاخر. فلا نعرف سلفاً لا موعد الانفجار ولا القدر الذي ستصل اليه ولا المدة التي يستمر التألق فيها ولا موعد خفوتها فيما بعد. ولا نعرف ايضاً فيما اذا كانت ستظهر نوفا في الموعد نفسه مرة اخرى بعد حين من الزمن. الا ان من الملاحظ ان كثيراً من النوفات تظهر في نظام ثنائي متقارب.

امثلة على النوفات :–

نوفا العقاب:

رآها الفلكيون في كوكبة العقاب في ٧ حزيران ١٩١٨ . وفي مساء اليوم التالي بلغت القدر الاول. ووصلت في مساء ٩ حزيران الى القدر (– ١,٤) أي بمقدار لمعان الشعرى اليمانية، اي ان لمعانها قد ازداد ٧٥٠٠٠ مرة عما كان قبل بضعة ايام. ثم اخذ لمعانها يخف حتى اصبحت في نهاية حزيران اقل من القدر الثالث. واستمرت في الخفوت حتى اصبحت في سنة ١٩٢٤ من القدر الحادي عشر. وحينما راجع الفلكيون الخرائط القديمة قبل هذا الحادث وجدوا انها كانت من القدر الحادي عشر. وهي تبعد حوالي الف سنة ضوئية.

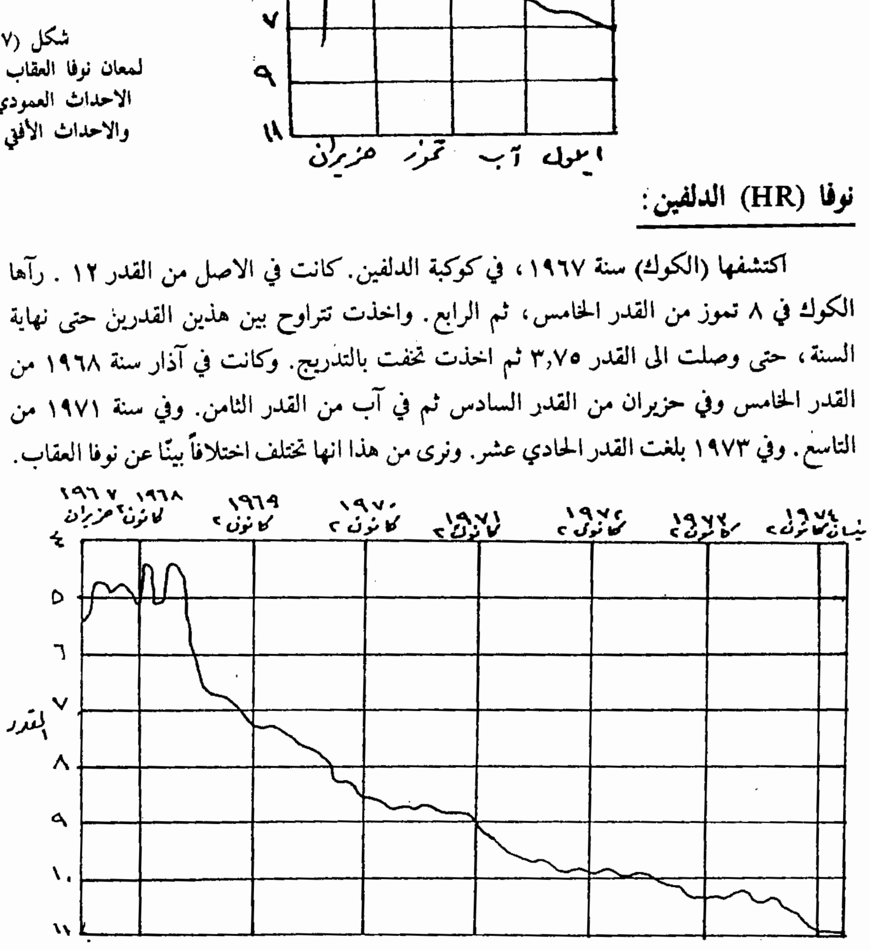
واذا اردنا ان نرسم لها شكلاً بيانياً نجد الشكل (٢٧:١).



شكل (٢٧:١)
لمعان نوفا العقاب في سنة ١٩١٨
الاحداث العمودي يمثل القدر
والاحداث الأفقي يمثل التاريخ

نوفا (HR) الدلفين:

اكتشفها (الكوك) سنة ١٩٦٧، في كوكبة الدلفين. كانت في الاصل من القدر ١٢ . رآها الكوك في ٨ تموز من القدر الخامس، ثم الرابع. واخذت تتراوح بين هذين القدرين حتى نهاية السنة، حتى وصلت الى القدر ٣,٧٥ ثم اخذت تخفت بالتدريج. وكانت في آذار سنة ١٩٦٨ من القدر الخامس وفي حزيران من القدر السادس ثم في آب من القدر الثامن. وفي سنة ١٩٧١ من التاسع. وفي ١٩٧٣ بلغت القدر الحادي عشر. ونرى من هذا انها تختلف اختلافاً بيّناً عن نوفا العقاب.



شكل (٢٧:٢) الرسم البياني لنوفا HR الدلفين

وهي تبعد حوالي ٣٠٠٠٠ سنة ضوئية. وقد كانت من المرتبة الطيفية (O) واغلب الظن انها ستعود الى المرتبة نفسها.

نوفا T الاكليل:

من القدر العاشر. سجلها ارغيلاندر في كاتالوجه سنة ١٨٥٥ على انها من هذا القدر. لكنها في سنة ١٨٦٦ وصلت القدر الثاني، واعتبرت نوفا عادية. ثم خفتت وعادت الى ما كانت عليه. ولكنها في سنة ١٩٤٦ عادت الى التألق ثانية واصبحت ترى بالعين المجردة لفترة قصيرة، ثم خفتت مرة اخرى. وقد اظهر المطياف انها ثنائي مكون من نجم لامع من المرتبة الطيفية (B) وهو النجم الذي يقوم بالنوفا، والمكون الاخر عملاق احمر من النجوم المتغيرة.

نوفا RS الحواء:

تألقت في السنين التالية: ١٩٠١ و ١٩٣٣ و ١٩٥٨ و ١٩٦٧ .

المستعر
او
السوبرنوفا

ترجمة السوبرنوفا بالمستعر اصبحت شائعة بعد وقوع المستعر الاخير الذي حدث في النصف الجنوبي من القبة السماوية وكان يشاهد من استراليا وجنوب افريقيا وامريكيا الجنوبية.

والواقع اننا نحن هنا امام ظاهرة هي اعنف ما نعرف في العالم الطبيعي. فهي ليست مجرد نزع قشرة عن سطح نجم، كما عرفنا في (النوفا). انما هي عملية تحطيم يشمل النجم بكامله. والنجم المتحطم يرسل نوراً وهاجاً يبدو للانظار حتى في وضح النهار. وقد رأى الناس في التاريخ المسجل اربع حوادث من هذا القبيل: ١٠٥٤ و ١٥٧٢ و ١٦٠٤ و ١٩٨٧ .

وقد كان المستعر الذي سمي (١٩٨٧ A) نموذجياً. ففي الثالث والعشرين من شباط (فبراير) شاهد الفلكيون في استراليا ان نجماً انفجر، عرف فيما بعد انه النجم الذي كان يسمى (Sanduleak - 69 202) وهو يقع في سديم ماجلان الكبير، ويبعد عنا حوالي ١٧٠٠٠ سنة ضوئية. وكانت المحطات الخاصة بالتقاط الموجات النيوترونية قد التقطت اندفاعات في هذه الموجات

قبل ان يشاهد الفلكيون ضوء الانفجار ببضع ساعات. ومن دراسة هذا المستعر وجد الفلكيون ان تنبوءاتهم عن العمليات التي تحدث في الانفجار تنطبق على ما شاهدوه عملياً.

ولما كان النجم المنفجر ضخماً، فمن المتوقع ان يكون قد نشأ عن انفجاره نجم نيوتروني (نابض) او ثقب اسود. على اية حال لم يكن في الامكان معرفة ذلك ويبدو ان البُعد هو الذي يقف حائلاً بيننا وبين رؤية ما يجري هناك.

واذا نظرنا الى تاريخ علم الفلك نجد ان اشهر المستعرات هو ذلك الذي حدث سنة ١٠٥٤ . فقد سجلت الارصاد الصينية واليابانية ان ضيفاً قد حل في السماء وفي كوكبة الثور، وحددوا موقعه تماماً، ووصفوه بأنه كان يظهر متألقاً في السماء حتى في النهار والشمس مشرقة. ودام على هذا الحال بضعة شهور قبل ان يخفت ثم يختفي. وقد نال هذا المستعر اهتمام الفلكيين وبحثوا عن الموضع الذي حدده القدماء. فوجدوا سديماً بالقرب من (زيتا الثور) ليس بعيداً عن الحد الشمالي لكوكبة الجوزاء. كان شكل هذا السديم يشبه السرطان، فسموه (سديم السرطان) مع انه لا علاقة له بالكوكبة المسماة بهذا الاسم. وهذا السديم يظهر حتى في مرقب صغير كبقعة ضبابية خافتة. غير ان صورته بالمراقب العملاقة تظهر تركيباً معقداً فيه فتائل غازية. وهناك قياسات تدل على ان السديم الغازي كله في حالة تمدد. ان الغاز يبتعد عن المركز بسرعة تزيد عن ٩٥٠ كيلومتراً في الثانية.

ويبعد هذا السديم عنا ٦٠٠٠ سنة ضوئية. ولو اخذنا نحسب بعد اطراف السديم عن المركز، لوجدنا انه بدأ بالانطلاق قبل حوالي ٩٠٠ سنة اي انه هو المستعر الذي تحدث عنه الصينيون.

وبالاضافة الى ذلك، فان هذا السديم لا يطلق اشعة ضوئية وحسب، بل اشعة راديوية واشعة سينية واشعة جاما. وقد رأت المراقب العملاقة في مركز هذا السديم نجماً نيوترونياً (نابضاً). انه النابض الوحيد الذي استطاع الفلكيون ان يروه في مرقب. ولما كان هذا السديم هو المدخل الاول في دليل مسييه. فقد اصبح اسمه الان (M1).

وظهر المستعر التالي بعد هذا بحوالي خمسة قرون، في ١١ تشرين الثاني سنة ١٥٧٢ . وقد لفت انتباه (تايخو براهي) وكتب عنه. وبناء على ذلك انشأ له ملك الدنهارك مرصد (هفن). وكانت ارصاده على مدى عشرين عاماً ذخراً للفلك. اذ انطلق منها (كبلر) ووضع قوانينه الفلكية الشهيرة. كان المستعر في كوكبة (ذات الكرسي) ولا ترى له الان بقايا واضحة لأنه يقع خلف سدم كثيفة موجودة في تلك البقعة من السماء.

وظهر المستعر الثالث في كوكبة الحوّاء سنة ١٦٠٤ ، اي بعد المستعر الثاني بحوالي ثلاثين عاماً.

وقد رآه (كبلر) بنفسه حتى ان بعض الفلكيين يسمونه الان مستعر كبلر. وقد تألق فترة قصيرة ثم اختفى.

ولم يظهر بعد ذلك في السماء اي مستعر لمدة ٣٨٣ سنة حتى ظهر المستعر في سديم ماجلان الكبير سنة ١٩٨٧ .

حول انفجار النجوم:

مع ان هذا الكتاب ليس من شأنه بحث النظريات، الا انني يجب ان اعطي فكرة مختصرة عن النظريات السائدة عن اسباب الانفجار في النجوم.

ان النجوم في اثناء تطورها تمر في مراحل مثل كل كائن في هذا الوجود فتبدأ بالطفولة والصبا حين تأخذ الغيوم الضخمة تتكاثف وتتجمع في المركز. فترتفع الحرارة بسبب ضغط الغازات على بعضها. واذا بلغت الحرارة مليون درجة، فان التفاعل النووي يبدأ وتصبح هذه الغازات نجماً يافعاً. ويدخل تصنيفها ساعتئذ في التتابع الرئيسي من شكل هيرسبرنج – راسل (هـ.ر).

ويستمر النجم في تألقه في هذا الشباب اليانع مدة من الزمن. وتعتمد مدة الزمن هذه على مصروف النجم بحسب اسرافه او تقتيره. فالنجوم اللامعة جداً من المراتب الطيفية العالية (O) و (B) لا تعيش طويلاً، لأن هذا اللألاء الذي كان يخطف الابصار كان نتيجة حرق ما فيها من هيدروجين.

اذن يعتمد عمر النجم على مقدار ما فيه من كتلة وعلى مقدار التبذير في عملية الحرق، اي على المرتبة الطيفية. وعمر النجم لا يقاس في الفلك بالسنين وانما يقاس بملايين السنين، او على الاصح بآلاف الملايين من السنين. فعمر الشمس الآن حوالي خمسة بلايين سنة وهي في منتصف العمر الذي يقدره العلماء لها، اي انها في عز الشباب. ولكن الهيدروجين الذي تحرقه الان لتوليد الطاقة مصيره ان ينضب. وسيتقلص داخل الشمس بينما تتمدد الطبقات الخارجية وتبرد، وتصبح الشمس عندئذ عملاقاً احمر. ويأخذ مركز الشمس المكون من الهيليوم بالتحول الى عناصر ثقيلة، ويأخذ المركز يرتفع في درجة حرارته الى ارقام هائلة. وتصبح الشمس مزعزعة في ثباتها. ولو كانت اضخم مما هي عليه الان فانها ستنفجر الى مستعر. غير ان الشمس قد تتجنب هذا المصير المحزن لصغرها في الحجم. ستنكمش الى قزم ابيض في وقت قصير نسبياً.

فالمستعر اذن، هو انفجار نجم ضخم استهلك كل ما لديه من وقود. وهذه النجوم عندما تبلغ الشيخوخة فانها تتحول بحسب حجمها الى الاشكال التالية:

اذا كانت بحجم الشمس فانها تتحول الى قزم ابيض.

اذا كانت اكبر من الشمس بمرتين الى ثلاث مرات فانها تتحول بعد الانفجار الى نجم نيوتروني.

اذا كانت اكبر من ذلك فانها تتحول الى ثقب اسود.

هذه هي رؤوس اقلام عن النظريات والمفاهيم السائدة الان في هذه القضية، اكتفي بذكرها فقط لأنها كلها في المجال النظري غير موضوع هذا الكتاب، وكلها في الواقع موضع جدل بين العلماء النظريين حتى الآن.

الفصل الثامن والعشرون

الكواكب السيارة

منذ ما قبل التاريخ عرف الانسان خمسة من الكواكب السيارة. وسموها سيارة لكي يفرقوا بينها وبين الكواكب الثابتة التي نسميها الآن النجوم. والواقع ان الكواكب السيارة تختلف عن النجوم في انها تتحرك من مكان لآخر، غير انها تسير ضمن الكوكبات الموجودة في نطاق البروج. وتختلف ايضاً في انها تشع بضوء ثابت متواصل يختلف عن ضوء النجوم الخفاق.

وقد اكتشف الفلكيون بعد اختراع المرقب كواكب سيارة أخرى بحيث اصبح عددها الآن ثمانية غير الارض التي نحن عليها.

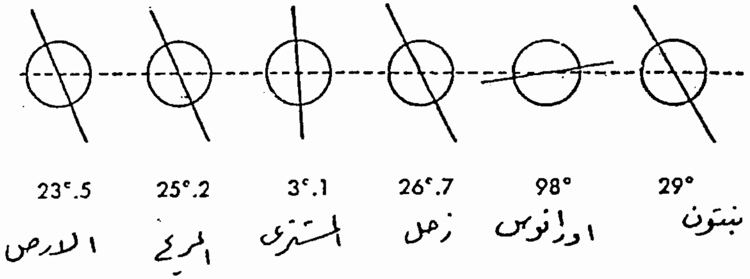
هذه الكواكب التسعة تدور حول الشمس في مدارات معروفة. ولكي تكون لدينا فكرة عن توزيعها ومداراتها وحجومها، اضرب التشبيه بالنموذج التالي:

لنفرض ان الشمس – مركز النظام الذي تدور الكواكب حوله – كانت كرة قطرها (٦٠) سنتمتراً، ونريد ان نوزع الكواكب حولها بمقياس قريب من الصحة في الحجوم والابعاد. ان عطارد سيكون بحجم حبة من خردل على بعد خمسة وعشرين (٢٥) متراً. وستكون الزهرة بحجم حبة حمص على بعد (٤٧) متراً، والارض بنفس الحجم تقريباً، على بعد (٦٥) متراً. امّا المريخ فهو رأس دبوس على بعد حوالي (١٠٠) متر. وسيبدو المشتري مثل برتقالة كبيرة على بعد (٣٢٥) متراً، وزحل مثل حبة ليمون على بعد (٦٥٠) متراً واورانوس مثل حبة تين كبيرة على بعد (١٣٠٠) متر، ونبتون مثله في الحجم تقريباً على بعد (٢٠٠٠) متر، اما بلوتو فرأس دبوس صغير ايضاً على بعد (٣٢٢٠) متراً. على القارىء ان يأخذ فكرة تقريبية عن هذه الابعاد لكي تكون في مخيلته صورة واضحة نسبياً عن النظام الشمسي.

والكوكبان اللذان يقع مدارهما بيننا وبين الشمس، يسميان بالكوكبين الداخلين، وهما

عطارد والزهرة. ونظراً لموقعها هذا فاننا نراهما دائماً قريبين نسبياً من الشمس، اما قبل شروقها او بعد غروبها، ونتيجة لموقعها ايضاً فاننا نراهما يمران في دورتها بوجوه مثل وجوه القمر. اي يبدآن بهلال يكبر ويتحدب ثم يعودان هلالاً مرة اخرى. ونلاحظ في كلتا الحالين ان الهلال فيهما يكون دائماً اكثر لمعاناً من الوجوه الاخرى.

شكل(١٤٧-أ)



ميلان محور الكواكب المختلفة في دورانها على مدار البروج

الفصل التاسع والعشرون

عطارد

اذا استثنينا آلاف الكويكبات، فيمكن ان نعتبر عطارد الطفل الصغير المدلل في النظام الشمسي. فهو عدا عن صغره اقرب الكواكب الى الشمس الأم ولهذا لا يستطيع الانسان ان يراه الا في فترات قصيرة بالقرب من الشمس، اما قبل شروقها حين يكون كوكب صباح او بعد مغيبها مباشرة حين يكون كوكب مساء. هذا الى ان مداره أكثر المدارات اهليليجية.

ويمكن ان يشاهده الهاوي ست فترات في السنة، بين الفترة والاخرى حوالي شهرين. ونظراً لقربه من الشمس يكون قريباً من الافق عند رؤيته وقل ان يكون الجو صافياً في نواحي الافق، واذا استطاع المرء ان يرصده فاكبر وقت يمكن ان يتاح له رصده ساعتان وربع الساعة. وابعد ما يمكن ان يكون عليه من الشمس هو (٢٨) درجة. ونظراً لهذه العقبات في رصده فان كوبرنيكس لم يره في حياته اطلاقاً.

ومن المستحسن رصد عطارد بالمنظار، ويجب ان يكون الراصد حذراً جداً عند استعمال المرقب. فالشمس قريبة ووقوع اشعتها على عين الراصد اثناء سرعة تصويبه قد يسبب العمى لعينيه.

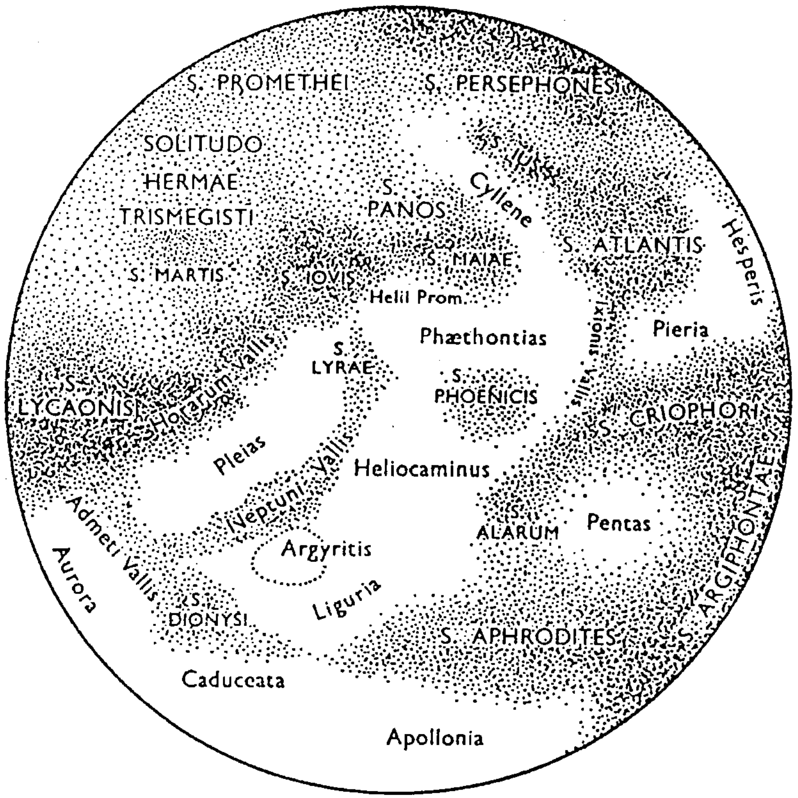
وعندما نراه نجد انه من القدر الاول، يتراوح مدى سطوعه ما بين الدبران والشعرى اليمانية. واذا امعنت النظر فيه سترى لونه البرتقالي المميز، واذا سلطت عليه مرقباً ٢ بوصة – ٣ بوصة ستجد ان له وجهاً مثل اوجه القمر.. ورصده في احسن الظروف يبين معالم غير واضحة، وجد انها تضاريس تشبه تضاريس القمر. وعطارد بقطره البالغ (٤٨٠٠) كيلو متر ليس اكبر بكثير من قمر الارض. ان هناك قمرين من اقمار المشتري اكبر منه.

ونظراً لأنه قريب جداً من الشمس فانه يستقبل من الضوء والحرارة كمية كبيرة جداً. وهو في احدى نقاط مداره يستقبل من الحرارة والضوء عشرة امثال ما تستقبل الارض في وحدة المساحة من كليهما.

وقد كان الفلكيون يظنون ان يوم عطارد يساوي سنته بمعنى انه يقابل الشمس دائماً بوجه واحد كما يفعل قمر الارض. غير ان بعض العلماء الامريكان استعملوا الرادار لقياس دورته حول نفسه فوجدوا انها ما بين ٥٨ – ٥٩ يوماً، وهو الرقم المقبول حالياً عند الفلكيين.

عبورات عطارد:

يميل مدار عطارد عن مدار الارض ٧ درجات. ولكي تحدث ظاهرة العبور هذه يجب ان يكون المداران متقاطعين. والارض تقطع هذا الخط كل سنة في ٨ او ٩ أيار، وتقطعه مرة اخرى في ١٠ او ١١ تشرين الثاني. وعبور عطارد يحدث اذن اذا حدث اقتران ادنى ضمن ايام قليلة من هذا التاريخ. وعبور عطارد امام قرص الشمس أكثر من عبورات الزهرة، فهي تحدث حوالي ١٣ مرة كل قرن. العبور القادم في ٦ تشرين الثاني (نوفمبر) ١٩٩٣ .



خريطة عطارد
تظهر فيها التضاريس الرئيسية

الفصل الثلاثون

الزهرة

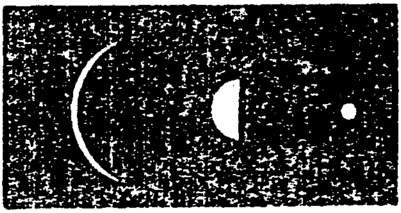
الزهـرة :-

نستطيع ان نعتبر الزهرة والارض اختين توأمين في النظام الشمسي. ومدار الزهرة – الذي تقطعه في (٢٢٥) يوماً – شديد الاستدارة، وكذلك الارض. وهذان المداران اقل المدارات اهليليجية. وقطر الزهرة (١٢١٢٠) كيلومتراً وقطر الأرض (١٢٦٧٠) كيلومتراً والكوكبان أقرب من بعضهما من أي كوكبين آخرين في النظام الشمسي.

وقرب الزهرة والغيوم الكثيفة حولها هو الذي يعطيها مظهرها في السماء. فنحن لا نشاهدها وحسب، انما هي – باستثناء الشمس والقمر – أشد الاجرام السماوية لمعاناً في السماء. وهي في تألقها تزيد سطوعاً عن الشعرى اليمانية – التي هي اسطع نجم في السماء – بثلاث عشرة مرة. وفي بعض الاحيان، حينما يكون القمر غائباً ترمي ظلاً للاشياء على الارض.

والوقت المتاح لرصد الزهرة هو دائماً اكثر من ذلك المتاح لرصد عطارد. وقد تمر اوقات تكون فيها الزهرة غائبة عن الانظار لاختفائها وراء الشمس او أمامها. ولكن هذه الاوقات اقل من اوقات اختفاء عطارد.

ويمكن رصد الزهرة طوال اربع ساعات متوالية في وقت واحد، سواء كانت ظاهرة في السماء بعد غياب الشمس أم صاعدة من وراء الافق قبل الشروق. واقصى ما ترى على بعد يبلغ ٤٨ درجة عن الشمس. وفي اية حالة من هذه الحالات يمكن تسليط منظار عليها بتكبير (١٠) مرات لتعرف انها تمر في أوجه، مثل الأوجه التي يمر فيها القمر وعطارد.



شكل (٢٨ : ١)
النسبة بين حجوم الزهرة عندما تكون في اوجهها المختلفة بدرا وربعا وهلالا.

وكلما كان الهلال نحيلاً ازداد حجمه وازداد سطوعه. وظاهرة ازدياد السطوع في عطارد والزهرة عندما يكونان في دور الهلال النحيل، وازدياد الحجم، يمكن تفسيره بسهولة. وذلك ان القرص المضيء الكامل اللامع من هذين الجرمين يحدث عندما يكونان بعيدين عنّا وراء الشمس. فمعدل بعد عطارد في مداره عن الشمس ٥٨ مليون كيلومتر. وعندما يكون قرصه مضيئاً يكون بعده عنا ضعفي هذا الرقم، أي ٥٨ × ٢ = ١١٦ مليون كيلومتر، هذا بالاضافة الى بعد مداره الاصلي عنا.

وبالمثل، فمعدل بعد مدار الزهرة عن الشمس ١٠٧ مليون كيلومتر. وهي تبعد عنا في اقرب موضع لها ولنا في المدار حوالي ٤٣ مليون كيلومتر. وهي في هذا البعد لا تبدو لنا لأنها تكون بيننا وبين الشمس. لكنها اذا كانت قد تحركت في المدار الى احدى الناحيتين فانها ستبدو هلالاً. ومعنى هذا ان هذا الوضع هو اقرب نقطة لنا يمكن ان نراها فيها. ولكن عندما يبدو قرصها وهو مضيء في اقصى بعده عنا سيكون ١٠٧ × ٢=٢١٤ مليون كيلومتر + حوالي ٤٠ مليون كيلومتر اي حوالي ٢٥٤ مليون كيلومتر.

والفرق بين بعد الزهرة كهلال وبعدها كقرص يبدو واضحاً، وهو سبب السطوع وسبب كبر الحجم النسبي الظاهر في العدسة. ويبدو حجم الهلال اكبر من القرص بست مرات.

وفي الالات البصرية الصغيرة يظهر لنا من هلال الزهرة سطح ابيض مُصفر. اما اذا استعملنا مرقب ٦ بوصة او ١٢ بوصة (ويجب ان تذكر ان آلاف الهواة قد صنعوا مراقبهم بأيديهم وهم يرصدون بها الآن) فقد تكتشف بقعاً على السطح، وقل ان تكتشف هذه البقع. وهي في الواقع ليست من سطح الكواكب وانما من غطاء علوي من الغيوم يحيط بالزهرة، ولهذا فهي غير ثابتة.

وحتى سنة ١٩٦٢ كانت معلوماتنا عن الزهرة قليلة جداً. فقد اكتشف ثاني اكسيد الكربون (CO_2) في جوها العلوي، وقال بعض العلماء انهم اكتشفوا (H_2O) بخار الماء كما قال آخرون بأنهم اكتشفوا بأنهم اكتشفوا الاكسجين الطليق (O_2). ولكن العلماء كانوا يجهلون حتى دورانها حول محورها. وكانت هناك تقديرات مختلفة حول مدة الدورة الواحدة من ٢٢,٥ ساعة حتى ٢٢٤,٧٥ يوماً.

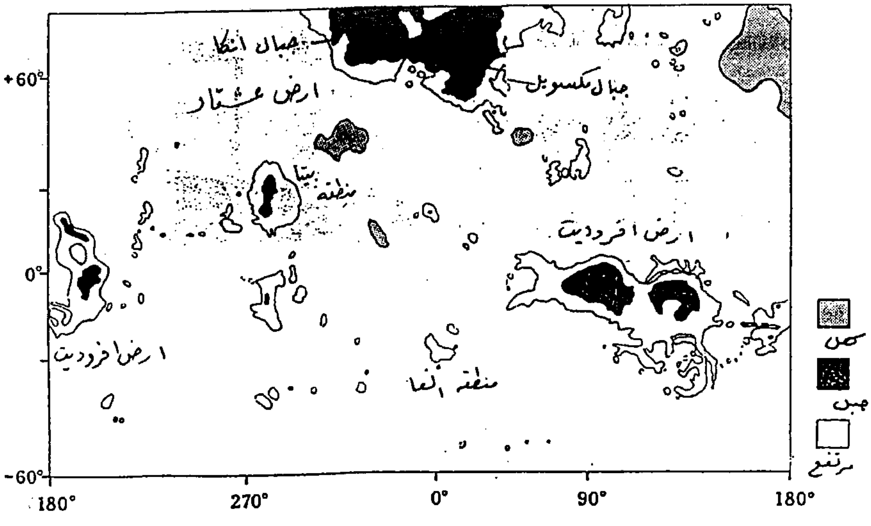
واذا كان التقدير الاخير صحيحاً كان معنى هذا ان الزهرة تدور بوجه واحد نحو الشمس – مثل قمر الارض. وعلى الرغم من كثرة المراكب الفضائية التي مرت عبرها او هبطت عليها الا ان المعلومات بقيت ضئيلة.

غير ان النتائج التي حصل عليها الفلكيون كانت تلفت الانتباه. فليس للزهرة حقل مغناطيسي كما يبدو، ودرجة الحرارة على سطحها عالية جّداً ٤٥٠ – ٤٨٠ درجة مئوية، وجوها كثيف جداً، ويبدو ان الضغط الجوي على سطحها يبلغ مائة ضعف ما هو على الارض على مستوى سطح البحر.

وكان من المدهش حقاً ان يكتشف الرادار انْ الزهرة تدور حولْ نفسها في ٢٤٣ يوماً – انما الى الجهة المعاكسة لما هو متوقع – وهذا يعني ان اليوم عليها اطول من السنة.

وقد دل الرادار ايضاً على ان سطحها مليء بخدوش من فوهات غير عميقة، وايدت الصور التي جاءت فيما بعد، هذه الحقيقة.

شكل (١٥٠–أ)



خريطة سطح الزهرة كما صوّرها الرادار

لا يبدو ان هناك فائدة من رصد الزهرة عندما تكون شديدة السطوع. ويرى بعض الراصدين ان احسن اوقات رصدها عندما يبدأ الانسان يراها بعد اختفائها الطويل – سواء ككوكب صباح أو ككوكب مساء. وقد يكون رصدها ممتعاً في النهار عندما تكون الشمس مشرقة، وليس من الصعب العثور عليها في النهار في كثير من الاحيان لشدة سطوعها. وقد يكون تكبير (١٥٠) مرة في مرقب ٣ بوصة او تكبير (٢٥٠) مرة في مرقب ٦ بوصة هما التكبيرين المفضلين.

ولا يبدو ان هناك جدوى من رصد البقاع الداكنة فهي غير ثابتة وتتغير من وقت لآخر ولم يصل الراصدون فيها الى نتيجة. كما ان الراصدين قد لاحظوا بقاعاً ذات بريق شديد، الا ان هذه ايضاً لم تكن ثابتة.

ظاهرة شروتر:

ما دامت دورة الزهرة في مدارها معروفة جيداً، فمن السهل ان نعرف الوقت الذي يكون فيه القرص ربعاً – اي مضيئاً نصفه ومظلماً في النصف الاخر – لكن الغريب ان هذه التوقعات لا تصدق دائماً واننا نجد خطأً في عدة ايام. عندما تكون الزهرة كوكب مساء فان الربع يكون دائماً سابقاً لموعده، اما عندما تكون كوكب صباح فان الربع يتأخر. كان اول من لاحظ هذه الظاهرة هو الفلكي شروتر ولهذا سميت «ظاهرة شروتر» (Schroter Effect).

ولرصد هذه الظاهرة نحتاج الى رصد بضع ليال متتالية، وهذه الفرصة لا تتاح لكل الراصدين. انما يبدو ان ظاهرة شروتر سببها حركات الغيوم في جو الزهرة، كما ان هذه الظاهرة لا توجد على سطح عطارد الذي لا غيوم في سمائه مما يرجح ان الغيوم سبب رئيسي في حدوثها.

ويظهر احياناً في الحد الفاصل بين الظلمة والنور على سطح الزهرة بعض النتوءات او التعرجات الصغيرة، مما دعا شروتر ان يعزو احدها الى جبل يبلغ علوه اربعين كيلومتراً. ان عدم الانتظام في الحد الفاصل موجود لا شك فيه، ويجب ان يبحث الراصد عنه، ولكن شيئاً منه قد يكون اصيلاً والشيء الاخر قد يبدو للتضارب بين الالوان المتعاكسة. غير ان الامر كله لا يبدو انه يزيد عن تحركات في الغيوم.

ضوء آشين (ASHEN Light):

عندما تكون الزهرة هلالاً فان القرص المظلم يبدو انه يشع ضوءاً خافتاً يجعلنا نرى حدود القرص كله. هذه الظاهرة توجد ايضاً في القمر، الا ان السبب يختلف. فضوء القسم المظلم من القمر

في بطن الهلال راجع الى انعكاس ضوء الارض عليه. غير ان ضوء الارض لا يستطيع ان يصل القرص المظلم من الزهرة فيضيئه. والزهرة نفسها لا قمر لها. ولهذا ظهرت نظريات مختلفة لتفسير هذا الضوء الذي يسمى «ضوء آشين»، وكلها غير مقنعة. احدى هذه التفسيرات تقول بأن السبب في ضوء آشين هو الشفق القطبي (Qurora). وهذا ليس ببعيد فالزهرة اقرب منا الى الشمس وحدوث الشفق القطبي امر معقول جداً. ويمكن التأكد من ذلك اذا ما اخذنا برصد هذا الضوء في الزهرة في اوقات اشتداد النشاط الشمسي، فنعرف عندئذ اذا ما كان ضوء (آشين) يشتدّ مع النشاط الزائد في الشمس.

على اية حال، فان النظرية قد بدأ الضعف فيها عندما علم ان المجال المغناطيسي في الزهرة يكاد يكون لا وجود له.

عبورات الزهرة:

ان محاولة رصد جرم يمرّ امام قرص الشمس هي محاولة جريئة يجب ان يوليها الراصد عناية وانتباها زائدين. ووضع زجاج خاص يقي من اشعة الشمس امر لا مفر منه اذا اردنا ان نبقي عينينا سالمتين.

ان مداري الارض والزهرة يميلان عن بعضهما ٢٤ دقيقة و ٣ درجات. هذا الاختلاف يجعل العبورات تحدث على الترتيب التالي:

كل ٨ سنوات.
ثم ١٢١,٥ سنة
ثم ٨ سنوات
ثم ١٠٥,٥ سنة
ثم ٨ سنوات
ثم ١٢١,٥ سنة وهكذا تتكرر دورات العبور.

عبور الزهرة التالي	+	٨ حزيران (يونيو) ٢٠٠٤
العبور الذي يليه	+	٦ حزيران (يونيو) ٢٠١٢

الفصل الحادي والثلاثون

الارض

يكاد يكون مدارها دائرياً، **اهليليجيتها ٠,٠١٦٧** . والاهليليجية هي البعد بين نقطتي المركز مقسماً على طول المحور الاكبر.

بعدها عن الشمس في الحضيض: ١٤٧,١ مليون كم.

بعدها في الاوج: ١٥٢,١ مليون كم.

معدل بعدها عن الشمس: ١٤٩,٦ مليون كم. وهذا الرقم يسمى **الوحدة الفلكية**

قرص الشمس: في الحضيض ٣٦ ثانية و٣٢ دقيقة وهذا في ٢ - ٣ كانون ثاني (يناير) في الاوج ٣٨ ثانية و ٣١ دقيقة وهذا في ١ - ٢ تموز (يوليو)

الحرارة التي تصلنا في شتائنا في النصف الشمالي هي أكثر من التي تصل النصف الجنوبي ٧٪ .

دورة الارض حول الشمس: لوجود نظام (القمر والأرض) ووقوع المركز المشترك بينهما داخل باطن الارض بحوالي ١٠٠٠ كم من السطح، فان مدار الارض حول الشمس اذا رسمناه بدقة يكون متعرجاً.

مدار البروج او دائرة البروج: المدار الذي تدور فيه الارض يسمى مدار البروج او دائرة البروج. وعلى مستواه يحدث الكسوف والخسوف وتسير الكواكب في السماء.

سرعة الارض في مدارها: تتبع قانون كبلر الثاني - قانون المساحات - فهي اسرع في الحضيض.

السنة الفلكية او النجومية (Sideneal): تكمل الارض دورتها حول الشمس بالنسبة

للنجوم في ٩,٥ ثانية و ٩ دقائق و ٦ ساعات و ٣٦٥ يوماً. وهذا الرقم بالكسور العشرية يساوي ٣٦٥,٢٥٦٣٦١ يوماً.

السنة الشمسية (Solan): ويمكن ان نقيس السنة بالنسبة الى نقطة معينة في المدار مثل نقطة احد الاعتدالين او احد الانقلابين. فتكون السنة في هذه الحالة: ٤٦ ثانية و ٤٨ دقيقة و ٥ ساعات و ٣٦٥ يوماً.. او بالكسور العشرية: ٣٦٥,٢٤٢١٩٨٧٩ يوماً. وهي اقل من السنة الفلكية بحوالي ٢٠ دقيقة بسبب تقدم الاعتدالين.

دوران الارض حول محورها (Rotation): تدور الارض من الغرب الى الشرق حول محور يميل ٣٤ دقيقة و٦٦ درجة عن مستوى مدارها. وهذه الدورة تقرّر طول اليوم. فاليوم النجمي او الفلكي يساوي ٤,٠٩١ ثانية و ٥٦ دقيقة و ٢٣ ساعة. اما اليوم الشمسي فهو الوقت الذي يمر بين قطع الشمس خط الزوال من موقع معين وعودتها الى نفس الخط مرة اخرى. وفي مدى سنة واحدة يكون هناك نقص يوم في السنة الفلكية عن السنة الشمسية. وعند الحسابات السريعة لنا ان نعتبر اليوم النجمي اصغر من اليوم الشمسي باربع دقائق.

ميل محور دوران الارض: تدور الارض على محور يميل عن العمود القائم على مستوى مدارها بمقدار ٢٦ دقيقة و٢٣ درجة. اي يميل المحور عن المدار نفسه ٣٤ دقيقة و ٦٦ درجة. ونظراً الى ان المحور يتجه دائماً الى ناحية معينة من القبة الفلكية في اثناء دوران الارض حول الشمس، لهذا تنشأ الفصول وعدم تساوي الليل والنهار.

تقدم الاعتدالين (Precession): ان الارض غير مكورة تماماً، فهناك انتفاخ على خط الاستواء بالنسبة الى انخفاض في القطبين. على هذا الانتفاخ الاستوائي يقع شد جاذبية من الشمس وشد جاذبية من القمر. فتجري محاولة شدّ الانتفاخ وتقريبه من والى مدار البروج. وهذا يحدث ميلاً في محور دوران الارض يشبه الخذروف في ميلانه، سوى ان الخذروف يكون مرتكزاً على قاعدة. اما في ميلان محور دوران الارض فانه يستند على مركز الارض. لهذا نجد ان موقع القطب الشمالي يتنقل مع المدة في دائرة. فموقع القطب الشمالي الآن يبعد عن النجم القطبي حوالي درجة واحدة، وقد كان قبل ثلاثة آلاف سنة في نجم الثعبان (Thuban) في كوكبة التنين. وفي سنة ٧٦٠٠ ميلادية سيكون القطب الفلكي الشمالي بالقرب من (الفا قيفاوس)، وفي سنة ١٤٠٠٠ ميلادية سيكون في النسر الواقع. ان هذه الدورة تستغرق ٢٥٨٠٠ سنة. وبعد هذه المدة سيعود القطب الفلكي الشمالي فيصبح مجاوراً للنجم القطبي الشمالي كما هو اليوم.

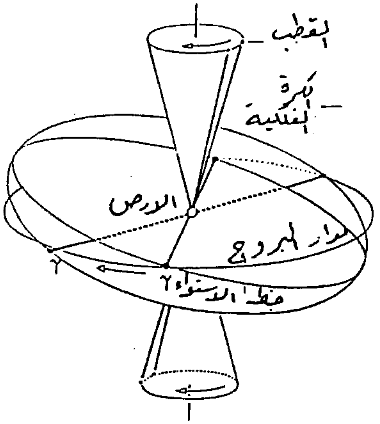
وبناء على حركة تقدم الاعتدالين هذه، فان نقطة تقاطع خط الاستواء مع مدار البروج لا تكون ثابتة. ان نقطة الاعتدال الربيعي تمثل النقطة التي تكون فيها الشمس يتقاطع مدارها في دائرة البروج مع خط الاستواء الفلكي. وهذه النقطة تتحرك كل سنة الى الخلف بمقدار ٥٠,٣ ثانية قوس على دائرة البروج او مدار البروج. وهي بسرعتها هذه تقطع مدار البروج كله في ٢٥٨٠٠ سنة.

طول اليوم: سرعة الارض في مدارها غيّر ثابتة بناء على قوانين كبلر. طول اليوم يقصر في الصيف عنه في الربيع بمقدار ٠,٦ الثانية.

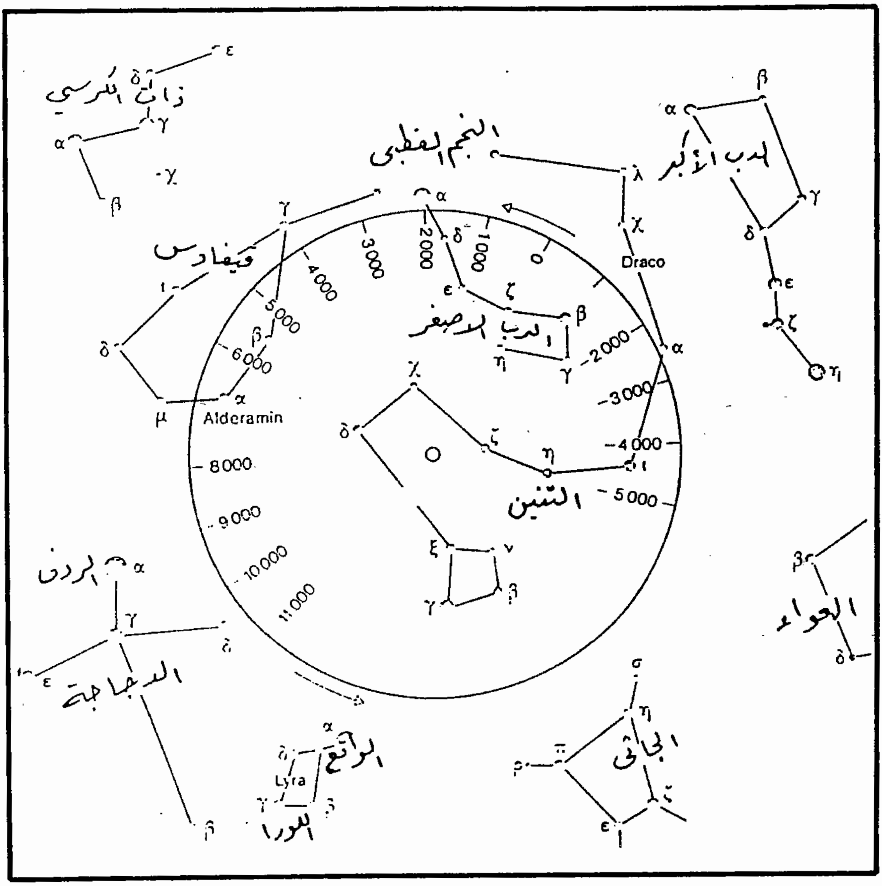
دورة الارض حول نفسها تقل كل ١٠٠ سنة. وبناء على ذلك فإن طول اليوم يقل بمقدار ٠,٠٠٠١٦٤ ثانية كل قرن من الزمن. وهذا راجع الى احتكاك المد خاصة في البحار الضحلة.

الفصول: الفصول ليست متساوية نظراً لمدار الارض الاهليليجي. في منتصف الكرة الشمالي تكون الفصول كما يلي:

الشتاء: ٨٩ يوماً
الربيع: ١٩ ساعة و ٩٢ يوماً
الصيف: ١٥ ساعة و ٩٣ يوماً
الخريف: ٢٠ ساعة و٨٩ يوماً
وفي نصف الكرة الجنوبي يكون الامر عكس ذلك تماماً.



(١٥٤ – أ)
الحركة الخذروفية التي تدور فيها الارض فيتغير اتجاه محورها



الدائرة التي ينتقل فيها القطب الفلكي الشمالي في السماء ويقطعها في ٢٥,٨٠٠ سنة. حوالي سنة ٣٠٠٠ ق.م كان القطب الفلكي الشمالي في الفا التنين. وحوالي سنة ١٤,٠٠٠ بعد الميلاد سيكون عند النسر الواقع.

الفصل الثاني والثلاثون

المريخ

سُمّي إله الحرب للونه الاحمر المخيف عندما يطغى بتألقه في الليل الدامس.

قطره على خط استوائه ٦٧٩٤ كم (حوالي نصف قطر الارض)

سنته ٦٦٨,٦ يوما (اي ما يقارب ضعفي سنة الارض)

حجمه ٠,١٥٢ من حجم الارض. **كتلته:** ٠,١٠٦٩ من كتلة الارض. **كثافته:** ٣,٩٣

مداره اكثر اهليليجية. بعده في الاوج ٢٤٩ مليون كم، وفي **الحضيض** ٢٠٧ مليون كم

خط استوائه مائل عن مستوى مداره ٢٤ درجة (الارض ٢٦ دقيقة و٢٣ درجة ولهذا فان في المريخ فصولا لكن طولها يبلغ ضعفي فصول الارض.

قطره في العدسة العينية: في الحضيض: ٢٦ ثانية، في الاوج ١٣ – ١٤ ثانية

الدورة الكاملة حول نفسه: في ٢٢,٧ ثانية و٣٧ دقيقة ٢٤ ساعة. وهذا يومه الفلكي.

تضاريس السطح: لقد كشفت مركبات مارينر(٩) وفايكنج عن تضاريس مختلفة على سطح المريخ. فهناك فوهات تشبه تلك الموجودة على سطح القمر وعطارد، وهناك سهول بركانية وصدوع في التربة ووديان متعرجة وكثبان ملتفة. كما تظهر علامات تدلّ على اصطدامات نيازك ودلائل تغيّر في القشرة المريخية وآثار بركانية وعوامل تعرية من الرياح والمياه.

ونرى على المريخ فرقا ملحوظا بين نصف الكرة المريخية الشمالي والنصف الجنوبي. فالنصف الشمالي مغطى بسهول بركانية تشبه البحار الموجودة في قمر الارض، بينما النصف الجنوبي فيه تضاريس متعرجة تغطى عليها الفوهات الواسعة بحجوم اكبر من ١٢ كم. من المحتمل ان يكون هذا الخلاف قد

نشأ عن ان الحمم البركانية الخارجة من البراكين كانت تسيل على السهل فتغطي الفوهات.

ومعظم المناطق التي تظهر فيها الفوهات العديدة في النصف الجنوبي هي قديمة وترتفع حوالي ٣ كيلومترات فوق مستوى السطح. ومن الناحية الاخرى فان السهول الناشئة من الحمم البركانيه في النصف الشمالي هي تحت مستوى النصف الجنوبي. وهذه الحالة بكل تأكيد لا علاقة لها بأن الحمم البركانية قد سالت في النصف الشمالي فقط. ربما كان هذا نتيجة تغيّر في القشرة المريخية حصل في بداية تشكيل التضاريس.

والفوهات في النصف الشمالي كان عليها حفاظ جيّد فلم تؤثر فيها كثيرا عوامل التعرية.

واحواض الارتطام تشبه تلك الموجودة في القمر وعطارد. واكبرها قطره ٢٠٠٠ كم في (هيلاس)، وهو حوض حقيقي عمقه ٣ – ٤ كم، فيه عواصف غبارية دائمة تغطي قعره، والبراكين الكبيرة مركزة في المناطق الاستوائية.

اما القبعات القطبية فقد بيّنت المركبات الفضائية انها مغطاة برسوبات ثلجية خليط من الجليد والجليد الجاف. (الجليد الجاف هو ثاني اكسيد الكربون المتجمد). والقبعات تبدو واضحة للراصد الارضي، وهي تتقلص وتتمدد بحسب الفصول، وتقلصها يترك حولها مادة معتمة لبعض الوقت، كان يظنّ انها من التراب الذي ابتلّ من الجليد. ولكن تبينّ الآن انها ترسبات الغبار التي نقلتها الرياح، وفي الشتاء قد تمتدّ القبعة حتى خط الميل ٦٠ درجة، ولكنها في الصيف تتراجع حتى ٨٠، وتبقى نواة من الماء المتجمد قطرها حوالي ١٠٠ كم، وربما يكون سمكها عدة امتار.

تراب المريخ: من عمق اقدام المركبة فايكنج على سطح المريخ يمكن ان نقول ان تراب المريخ في محلّ الهبوط يشابه تراب القمر. هذا الى ان الاخاديد التي صنعتها الجرافات الميكانيكية في المركبة تدلّ على ان مادة السطح مكونة من حبيبات وان بينها تماسكا جيّدا. فقد بقيت حواف الاخاديد صلبة.

وقد بيّنت الصخور التي نقلتها الفايكنج بعد هبوطها ان هناك مساحات واسعة من الصخور المنتشرة. وهذه الصخور هي نارية مثل مثيلاتها في القمر، والطبقة الحبيبية من التربة مكونة من سيليكات منضمة الى جسيمات من اكسيد الحديد. Fe_2O_3.

وتحليل عينات التربة بمطياف الاشعة السينية على كل مركبة هابطة كشف عن تركيبات كالتالي: ٥٠٪ اكسجين و ٢٠٪ سيليكون و ١٤٪ حديد و ٢ – ٧٪ الومنيوم وكميات اقلّ من عناصر

اخرى.

جو المريخ: وجدت مركبات فايكنج، عندما مرتا في جو المريخ، قبل هبوطهما، التركيب التالي: ٩٥,٣٪ ثاني اكسيد الكربون و ٢,٧٪ نيتروجين و ١,٦٪ آرجون وآثار من الاكسجين واول اكسيد الكربون وغازات اخرى. وكان بخار الماء الموجود فيه ٠,٠٣٥٪ – اي ان كلّ الماء الموجود في المريخ لو تكاثف على سطحه لبلغ سمكه ما بين ٠,٠٠١ الى ٠,١ ميلليمترا، بالمقارنة مع ٢٥ ميلليمترا على الارض.

والضغط الجوي على السهول حوالي ٥ – ٧ ميللبيار (على الارض ١٠١٣ ميللبيار) ودرجة الحرارة منخفضة على خط الاستواء + ٢٢ سنتغراد في النهار، وفي الليل (– ٧٣) س.

وتهب الريح بسرعة ما بين ٣ – ٣٥ كم/ ساعة. لكن احيانا تهب رياح عنيفة قد تصل الى ٢٠٠ كم/ ساعة، حاملة غبارا بنّيا قد يصل علوّه الى ٥٠ كم. عواصف كهذه تظهر لنا ان بعض المناطق قد يتغيّر لونها وشكلها مما دعا الفلكيين الى ادعاء وجود نباتات على سطح المريخ.

وبالاضافة الى الغيوم الغبارية الصفراء التي لاحظها الفلكيون منذ القرن التاسع عشر، فان هناك غيوما من بقع شديدة البياض على سهل (Tharsis) كما ان هناك بقعا مثلها في نواح اخرى. هذه البقع كلها التي تشبه السحاب الخفيف الابيض في الارض، هي من بلورات جليدية في سماء المريخ. جليد جاف على القطبين وجليد ماء في النواحي الاخرى.

النشاط الزلزالي: سجّل فايكنج(٢) زلزالين فقط طوال سنة كاملة، احدهما (٧) بمقياس ريختر والآخر (٣) بنفس المقياس. معنى هذا ان المريخ هادىء نسبيّا.

مركبتا فايكنج والبحث عن الحياة في المريخ: منذ زمن طويل كان المريخ يعتبر الكوكب الواعد بالحياة في النظام الشمسي، بعد الارض طبعا. ففيه جو و ان كان رقيقا جدا، ودرجات حرارة في حدود مقبولة تتراوح بين (– ١٠٠) حتى (+٧٠) مئوية.

هذا الى ان سطحه يدلّ على ان ماء كان يجري فيه في وديان منذ عصور جيولوجية غير بعيدة. هذا بالاضافة الى قرب المريخ من الارض مما جعل بعض العلماء الامريكان يلحّون على انشاء مشاريع استكشافية للبحث عن الحياة فيه. وبناء على ذلك قامت الولايات المتحدة بمشروع فايكنج.

وفي آب (اغسطس) ١٩٧٥ اطلقت مركبتا الفضاء فايكنج، ووصلتا الى تربة المريخ في ٢٠ تموز (يوليو) و ٣ ايلول (سبتمبر ١٩٧٦ نزلت فايكنج(١) في حوض (Chryse) وفايكنج(٢) في

(Utopia Planitia). وكانت كلّ منها تحمل اجهزة معقدة ومختبرا اوتوماتيكيا بحيث يمكنها البحث عن كائنات حية على سطح المريخ.

وسيبقى فايكنج(١) في نشاطه يرسل المعلومات اسبوعيا عن الارصاد هناك حتى سنة ١٩٩٤ . اما فايكنج(٢) فقد صدرت اليه الاوامر بالتوقف عن العمل في ايار سنة ١٩٧٩ بعد ان نقل معلومات كبيرة جدا الى الارض.

كانت كلّ مركبة تحتوي على مركبة رئيسية وجهاز هابط. وحين كانت تطلق المركبة تأخذ بالدوران حول المريخ. ومن ثم ينفصل الجهاز الهابط، فينزل بنعومة على السطح بينما تبق المركبة الرئيسية تدور حول المريخ.

وكان كل جهاز هبوط يحتوي على وسائل بحث علمية يقوم باجرائها مستقلا عن الجهاز الآخر. وفي كل جهاز آلتان للتصوير التلفزيوني تصوران به سطح المريخ، ومقياس طيني تحت الاحمر (لقياس بخار الماء في الجو) ومقياس راديوي لما تحت الاحمر (لقياس المناطق البعيدة التي كان قد مرّ عنها). وكانت المركبة الرئيسية تدور اولا لتختار مواقع صالحة للهبوط، ومن ثم تكون مراكز اتصال بين اجهزة الهبوط والارض. هذا في الوقت الذي تجرى فيه قياسات الجو وأخذ صور لسطح المريخ من ارتفاعات مختلفة حتى ٥٠٠ كم. وكان على أجهزة الهبوط معدات لمحطات الرصد الجوي وكاميرات واجهزة لأخذ التربة وتصنيفها، وعلبة معقدة تحتوي على اشياء عديدة منها «كشافات الحياة».

كانت اشدّ المهمات أهمّية في الفايكنج هي اكتشاف امكانية وجود حياة على سطح المريخ. قد لا يوجد ماء بشكلهِ السائل على سطح المريخ الآن، إلّا ان المناطق القطبية فيه وما تحت التربة قد تحتوي على كميات كبيرة من الجليد. ومع انه من غير المحتمل أن توجد الحياة بحجومها الكبيرة المعروفة على الأرض، إلّا أن كثيرا من العلماء يعتقدون بامكانية وجود كائنات حية مجهرية.

وقد تكون الحياة منذ نشوئها على المريخ – ان تكن قد نشأت – اخذت اشكالا غير تلك التي نشأت على الارض. الّا ان القائمين على مشروع فايكنج بدأوا أبحاثهم من نظرية ان الكائنات المريخية من المحتمل ان تبدي – على الاقلّ – ظاهرتين معروفتين على الارض. أولها: التنفس – حيث يتمّ استهلاك الاكسجين في عملية الايض واخراج ثاني اكسيد الكربون. والثانية: عملية التركيب الضوئي المبنية على نقيض الاولى: امتصاص ثاني اكسيد الكربون وطرد الاكسجين.

ولاكتشاف هذه الظواهر كان في كلّ جهاز هبوط من فايكنج ثلاث وسائل للتحليل. وهناك وسيلة رابعة تضمّ تقنية التصوير اللوني للغاز مع القياس الطيني للكتلة. وكان القصد من هذه الوسيلة

لتحليل التركيب الكيماوي للتربة، والقصد بالذات الكشف عن امكانية وجود جزيئات عضوية.

والتجارب المختلفة التي اجريت كشفت عن نتائج جعلت الاخصائيين يقعون في بحر من الحيرة، فقد أعطت كشافات الحياة بلا شك، استجابات ايجابية واضحة، ولكن المحلل الكيماوي، على الرغم من انه حساس للغاية (فقد كان في مقدرته الكشف عن المادة العضوية حتى لو كانت جزءا من ملايين عديدة من مادة غير عضوية) الا انه لم يجد اثرا لجزئيات عضوية.

ويبدو في الواقع ان استجابات «كشافات الحياة» كانت استجابة خاصة بالتربة المريخية التي هي باستمرار تحت وقع الاشعة ما فوق البنفسجية الواقعة عليها من الشمس. ويفسرّ الخبراء هذه الظاهرة بأنها ناتجة عن وجود مواد تأكسدت عدة مرات هي (فوق الاكاسيد).

قمرا المريخ

فوبوس و ديموس

اكتشفهما (اساف هول) الامريكي سنة ١٨٧٧ .

سُمّي الداخلي (فوبوس) اي الخوف، والخارجي (ديموس) اي الرعب، وهما اسمان يليقان بآلة الحرب.

يعود الفضل للمركبات الفضائية في اعطاء المعلومات عنهما. سنة ١٩٦٧، قام مارينر (٧) و(٩) بتصوير فوبوس، فاذا به غير مكوّر وانما يشبه في شكله حبة البطاطا، ومقدرته على عكس الضوء ٦,٥ في المئة.

سنة ١٩٧١ – ١٩٧٢ – قام مارينر (٩) بتصوير القمرين، فوجد ان فوبوس وديموس صخرتان غير منتظمتي الشكل، سطوحهما مليئة بالفوهات.

سنة ١٩٧٧ وضعت خريطة لفوبوس وسُمّيت فيها عشرون فوّهة احداهما باسم (ستيكني) وهو اسم زوجة أساف هول التي كانت تدفعه الى المثابرة في البحث عن القمرين. قطر هذه الفوهة يبلغ ٨ كم، وهذا الطول يبلغ ثلث قطر القمر.

التحديد لأبعاد فوبوس عند الفلكيين = ٢٧ × ٣١ × ١٩ كم

التحديد لأبعاد ديموس عند الفلكيين = ١٥ × ١٢ × ١١ كم.

كلاهما يدور بوجه واحد حول المريخ (مثل قمر الأرض)

يدور فوبوس حول المريخ في	٣٩ دقيقة و ٧ ساعات
يدور ديموس حول المريخ في	١٩ دقيقة و ٣٠ ساعة
معدل بعد فوبوس عن المريخ	٦٠٠٠ كم
معدل بعد ديموس عن المريخ	٢٠٠٠٠ كم

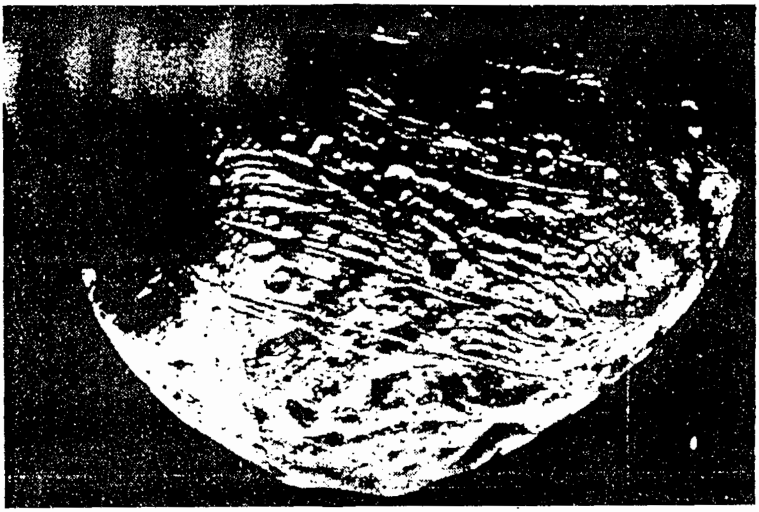
وبما أن سرعة فوبوس في دورانه اكثر من سرعة دوران المريخ حول نفسه، فإنه يظهر في سماء المريخ (في المناطق التي يظهر منها، وهي ما بين خط عرض ٦٩ شمالا وخط عرض ٦٩ جنوباً فهو قريب جدا من سطح المريخ ولا يرى من كل الامكنة) وسنجد انه يشرق من الغرب هلالا نحيلا ويرتفع في

السماء وهو يكبر تدريجيا حتى يصبح عند خط الزوال بدرا ثم يأخذ بالضمور بعد خط الزوال حتى يصبح هلالا مرة اخرى، ثم يغرب في الشرق.

وقد وجد الراصدون ان فوبوس يتسارع تدريجيا، وهذا ما سيؤدّي الى تحطمه على سطح المريخ بعد حوالي ١٠٠ مليون سنة. اما ديموس فلا تسارع له في مداره.

أصل القمرين: ان أصل قمري المريخ لا يزال موضع خلاف، فَتَزَامُن دورتهما ومظهر سطحيهما يشهدان على اصل قديم. ويبدو انهما من الاصل نفسه لتشابه اتجاه المدارين حول المريخ وتشابه القياسات الطبوغرافية. لكن السؤال هو: هل كانا قد تشكلا من تجمع المادة المطرودة من المريخ في وقت تشكله. وبقيا في المدار حوله؟ ام هل هما من الكويكبات وأسرهما المريخ في مجال جاذبيته؟ ان معدل كثافة هذين الجرمين التي نستنتجها من الكتلة والحجم – والتي استقيناها من معلومات فايكنج – هذه ترجّح الرأي الأخير.

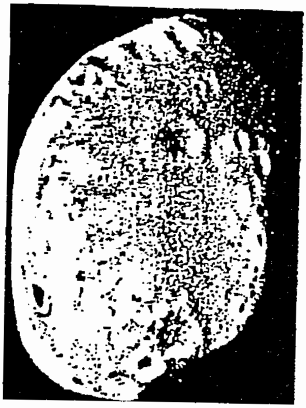
شكل (٢٨:٢)
صورة القمر فوبوس التقطها فايكنج الاول عن بعد
٥٠٠ كم، في ايار ١٩٧٧ وتظهر فيها الاخاديد المتوازية



وربما كان فوبوس وديموس شظيتين من كويكب واحد انشطر عندما مرّ قريبا من المريخ او عندما اصطدم بكويكب آخر. لكن اذا كانا حقيقة من الكويكبات فعلينا ان نفسر لماذا يدوران على مستوى خط الاستواء في المريخ وليس على مستوى آخر؟ والتفسير المعقول هو ان الكوكبين قد تمّ

أسرهما منذ امد سحيق مثل ٢ بليون الى ٣ بليون سنة. ومنذ ذلك الوقت، توافقاً لقوانين الميكانيكا، اصبحت مداراتها دائرية تقريبا وميلهما عن مستوى المريخ حوالي الصفر.

القمر فوبوس



القمر ديموس

هواة الفلك والمريخ

اذا عرف الهاوي موقع المريخ في السماء فمن السهل التعرف عليه بالعين المجردة من لونه الاحمر البراق.

وفي مرقب صغير ٥٠ ملم — ٦٠ ملم (٢ — ٢,٥ بوصة) يظهر المريخ قرصا صغيرا احمر اللون. ولونه راجع الى انه مغطى بقشرة رقيقة من الغبار الغني بالحديد. وفي احسن ظروف الرصد يمكن رؤية القبعتين كنقطة صغيرة براقة.

وبمرقب ٧٥ ملم بتكبير ١٥٠ مرة يمكن رؤية بقاع على سطحه دون تفاصيل. أما بداية المتعة في الرصد فتبدأ على الاقل بمرقب ٨٠ ملم (١، ٣) بوصة بتكبير ٢٠٠ مرة. اذ تبدأ رؤية تضاريس المريخ، وبالذات (Syrtua Planitia) وهي بقعة معتمة مثلثة الشكل في المنطقة الاستوائية.

غير ان الرصد الجاد لا يبدأ الا بمرقب ١٥٠ ملم (بوصة)، حيث يظهر مدى اتساع القبعات والتضاريس الاخرى.

ونظرا لدوران الكوكب فيمكن رؤية تغيير شكل التضاريس بالرصد على عدة ليال متتالية. على اية حال، فلأن يوم المريخ اطول من يوم الارض بقليل فلن يظهر تغير التضاريس الا بعد اربعة أيام على الاقل. ويعود المريخ ليظهر بالمظهر الذي رأيته فيه بعد أربعين يوما.

وأحسن الاوقات لرصد المريخ في المرقب هي بَعد التقابل بعدة شهور، عندما يكون المريخ والارض في ناحية واحدة من الشمس والمسافة بينهما اقصر ما يمكن. واحسن الاوقات التي يكون فيها قطر المريخ الظاهر اكبر ما يمكن ان يكون، تحدث كل ١٥ عاما.

على أية حال، فان المريخ للهاوي المبتدىء الذي يملك مرقبا صغيرا، يبقى محبطا للآمال لأن صورته في مرقب صغير غير مشجعة.

ومن مجموع دورة المريخ ودورة الأرض في مداريهما، فان التقاءهما على خط واحد مع الشمس يحدث بمعدل ٧٨٠ يوما وهو معدل فترات التقابل مع المريخ. والواقع ان فترات التقابل عندما يكون المريخ في الاوج هي ٨١٠ أيام اما عندما يكون في الحضيض فهي ٧٦٤ يوما. وفي انسب التقابلات

عندما يكون المريخ في الحضيض يكون بعده عن الارض ٥٦ مليون كم. اما اذا كان في الاوج فانه يبلغ ١٠٠ مليون كم. وتحدث تقابلات الحضيض في آب (اغسطس) وأيلول (سبتمبر) وتقابلات الاوج في شباط (فبراير) وآذار (مارس)

وقطر المريخ في العدسة العينية في أقرب قرب له = ٢٦ ثانية قوس. اما في تقابل الاوج فيكون قطره = ١٣ - ١٤ ثانية قوس.

الفصل الثالث والثلاثون

المشتري

ان الكواكب التي تشبه الارض والتي مرّ الحديث عنها: عطارد والزهرة والمريخ، بالاضافة الى الارض – هذه كلّها لا تشكل الا حوالي نصف في المائة من المادة الموجودة في كواكب النظام الشمسي. اما ٩٩,٥٪ من الكتلة فتقع وراء مدار المريخ.

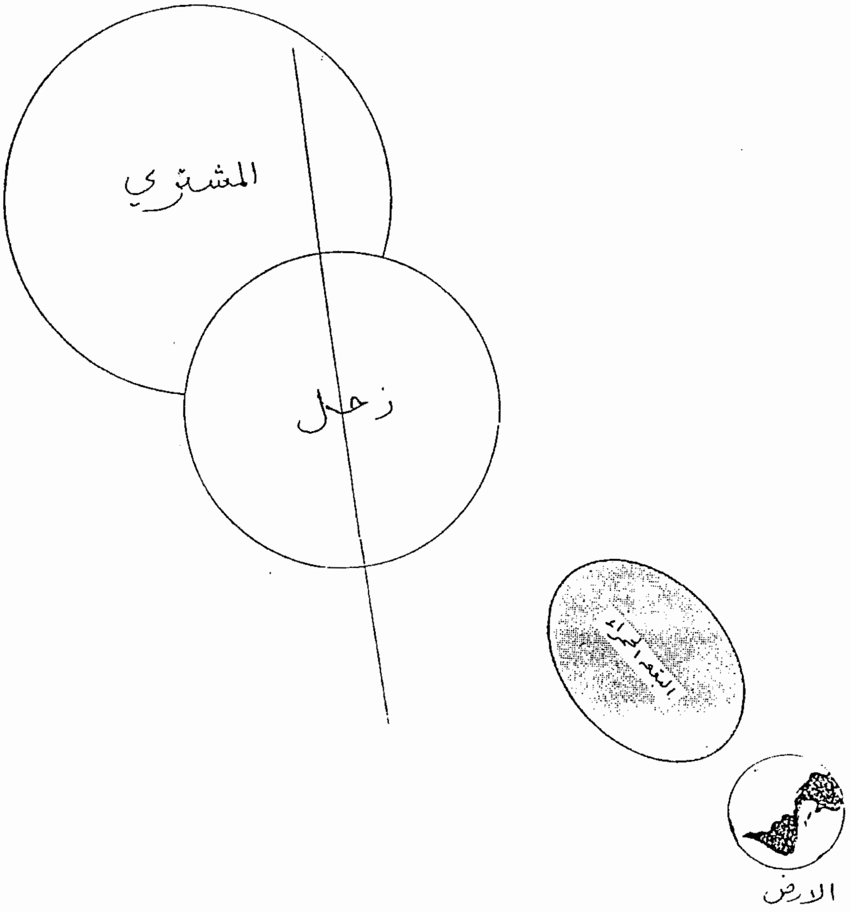
ويسيطر على هذه المنطقة اربعة كواكب عملاقة لها خصائص تختلف عن الكواكب الارضية. ولها اقطار تتراوح ما بين ١١,٢ الى ٣,٧ ضعف قطر الارض. بينما معدل كثافتها هو أشدّ انخفاضا: ما بين ٠,٧ الى ١,٧ جم/ سم مكعب. من ناحية آخرى فإن لها دورات سريعة حول نفسها من ١٠ – ١٦ ساعة لكل دورة مما يجعل شكلها مفلطحا. واكبر هذه الاجرام واقربها الينا هو المشتري.

مداره: شبه دائري. يقطعه في ١٧ يوما و ١٠ شهرا و ١١ سنة. معدل بعده عن الشمس ٧٧٨,٣ مليون كم. بعده في الاوج: ٨١٦ مليون كم، في الحضيض ٧٤٠ مليون كم. أما ميل مستوى مدار الارض فهو ٢٨ ثانية و ١٨ دقيقة ودرجة واحدة. ولهذا قلّ ان تجده يحيد عن مدار البروج.

حجمه وكتلته: قطره على خط استوائه ١٤٢٧٩٦ كم، اي ١١,٢ ضعفا من مثيله في الارض. قطره القطبي ١٣٣٥٤٠ كم. كتلته ٣١٩ مرة من كتلة الارض او ما يعادل مجموع كُتل الكواكب الاخرى في النظام الشمسي مرتين ونصف المرة. معدل كثافته بالنسبة للماء ١,٣١ .

مظهره في المرقب: يصل قطر قرص المشتري الظاهري في احسن حالات التقابل ٤٨ ثانية قوس. وله مظهر متميز عن الكواكب الاخرى اذ يظهر انه مقسم الى حزم ونطاقات تكون موازية لخط استوائه شمالا وجنوبا. ونرى في هذه النطاقات فتائل وعقداً تدلّ على انتقال المادة من منطقة الى اخرى.

(١٦٢-أ)
مقارنة حجوم المشتري وزحل والبقعة الحمراء الكبرى والكرة الأرضية



دورته حول نفسه: كل الخصائص الظاهرة على سطح المشتري راجعة الى طبقات الغيوم فيه. ويبدو أن النطاقات والاحزمة تدور مستقلة عن بعضها. الا ان الفروق في مدة دورانها غير كبيرة. ففي المنطقة الاستوائية مثلا، يدور النطاق دورة كاملة في ٣٠ ثانية و ٥٥ دقيقة و ٩ ساعات بينما تدور نطاقات في مناطق اخرى في ٥٠ ثانية و ٥٥ دقيقة و٩ ساعات.

جو المشتري: كشف مارينر ١٠ عن وجود الهيليوم فيه سنة ١٩٧٣ . ويتركب الآن كما يلي: هيدروجين ٨٢٪ هيليوم ١٧٪ اما العناصر الاخرى فتشكل ١٪، اي ان تركيب جو المشتري قريب من تركيب السديم البدائي الذي تشكل منه النظام الشمسي.

وقد اكتشفت جزئيات اخرى بكميات قليلة من الايثان (C_2H_6) و(اسيتلين) (C_2H_2) و (فوسفين) (PH_3). وقد اكتشف فواباجر(١) وجود بخار الماء بكميات قليلة. وهناك آثار من مكونات مثل الهيدروجين الثقيل وكربون(١٣) وقد تكون عناصر اخرى لم تكتشف بعد نظرا لندرتها.

والغيوم المرئية – أو على الاقلّ الطبقات العليا منها – هي من النشادر الصلب. وقد يكون اللون الاصفر الطاغي على المشتري راجعا الى وجود كبريتيد الامونيا.

ومن دراسة الاشعة الراديوية الصادرة عن مركبتي فواياجر حين تغلغلها في جو المشتري امكن أن نأخذ فكرة عن درجات الحرارة على مستويات مختلفة. ووجد مثلا، ان الضغط في اعالي التروبوسفير (١٠٠) ميللبار والحرارة (– ١٦٠) س.

وحرارة الشمس التي لا تعكسها الغيوم يمتصها الجوّ. واذا كان المشتري يعكس كلّ الحرارة التي يمتصها جوّه ثم يشعها فمن المفروض أن تكون حرارته (– ١٦٨) س. ولكن حرارته (– ١٤٨) س. ومعنى هذا ان المشتري يشعّ من الحرارة اكثر بضعفين مما يمتصّ. اذن يجب ان يكون هناك مصدر داخلي للطاقة، ووجوده يؤثر تأثيرا كبيرا على الجوّ. وكان من فوائد المركبات الفضائية هذه المعلومات الجديدة التي أصبحنا نحصل عليها.

ومن هذه المركبات عرفنا ان نصف المشتري الذي تقع عليه الشمس والنصف المظلم لهما نفس درجة الحرارة. مما يدّل على ان طاقة الشمس التي يمتصها الجوّ تنتقل الى القسم المعتم بسرعة في اثناء دورة الكوكب. كما انه لا يوجد فرق في درجات الحرارة بين المناطق القطبية والمناطق الاستوائية.

وعلى العكس من جو الارض الذي تأتيه الحرارة من الخارج، اي من أشعة الشمس الواقعة

عليه، فإن جو المشتري يأخذ الحرارة من باطنه. وهذه الحرارة الداخلية تولدّ تيارات تنقل الحرارة في الجو حين ارتفاعها. وعلينا ان نعتبر المناطق ذات اللون الفاتح من الاحزمة هي المواضع التي ترتفع فيها المادة التي تكون قد سخنت في الداخل. أما الأحزمة ذات اللون الغامق فهي الخنادق التي تسقط فيها المادة الباردة. على اية حال فهناك أعاصير ودورات هوائية متعددة في المشتري تقوم بنقل المادة المسخّنة في مسارات محدودة. وقد تبلغ سرعة هذه الأعاصير احيانا ٦٠٠ كم/ الساعة.

<u>التركيب الداخلي في المشتري</u>: ان الكثافة المنخفضة في هذا الكوكب توحي بأنه يختلف عن الكواكب الارضية. فالكثافة هي ١,٣ مرة من كثافة الماء. وهذا يجعلنا نقدر ان التركيب في الاساس هو من الهيدروجين والهيليوم. فهذان هما العنصران اللذان اذا تكاثفا تحت الضغط والحرارة داخل المشتري من الممكن ان يعطيا هذا التركيب. وظن العلماء ان داخل الكوكب يتكون من طبقات متباينة من المادة بعضها غنيّ بالهيدروجين وبعضها غني بالهيليوم.

ويرى بعض العلماء ان المشتري تشكل بنفس الطريقة التي تتشكل فيها النجوم. فمن السديم الذي تكونت منه الشمس قد تكون هناك منطقة اخرى كانت فيها الكثافة كافية لكي تنكمش المادة تحت تأثير جاذبيتها. ولكن لأن هذه المنطقة كانت صغيرة فان الحرارة فيها لم ترتفع الى درجة ان تشعل التفاعلات النووية الحرارية. فكتلة المشتري الحالية هي حوالي ٠,٠٠١ من كتلة الشمس، بينما الكتلة الحرجة لإشعال التفاعلات النووية في كوكب هي ٦٪ من كتلة الشمس. ولو كان المشتري سيصبح نجما كان عليه ان يكون ٦٠ مرة اكبر مما هو عليه الآن.

وبناء على نظريات اخرى، فان في باطن المشتري لبابا ذا كثافة عالية بتركيب يشبه نواة الكواكب الارضية. كان هذا اللباب اول قسم تشكل من الكواكب ثم اخذ بجاذبيته يأسر الغازات القريبة منه الى ان وصل الى مظهره الحالي. وبما ان الغاز المأسور جاء من السديم الشمسي فأن تركيبه سيكون منه – اي من الهيدروجين والهيليوم.

ومن المعلومات التي جاء بها بيونير (١٠) وبيونير (١١) تكشفت لنا درجات الحرارة التالية: ٢٠٠٠ س على عمق ١٠٠٠ كم من قمم الغيوم و ٥٥٠٠ س على عمق ٣٠٠٠ كم وضغط ٩٠٠٠٠ ضغط جوي و ١١٠٠٠ س على عمق ٢٥٠٠٠ كم (وهو العمق الذي يتحول فيه الهيدروجين الى هيدروجين معدني) وهنا يكون (١٠٠) مليون ضغط جوي.

على اية حال، في اي نموذج نضعه للمشتري يجب ان لا ننسى انه يشعّ بقدر ما يأخذ من

الشمس ضعفين ونصف الضعف. وهناك نظريتان حول ذلك، احداهما تقول ان الحرارة تنشأ من الجاذبية، فتقلص ميلليمتر واحد في السنة يفسرّ كلّ الضوء. والاخرى تقول ان الحرارة ناشئة عن الانفصال الجاذبي بين الهيدروجين والهيليوم.

الاشعاع الراديوي في المشتري: في سنة ١٩٥٥ كان بعض الفلكيين يعملون خريطة للاشعاعات الراديوية في السماء على ذبذبة ٢٢,٢ ميجاهيرتز (بطول موجة ١٣,٥ متراً)، فوجدوا ان المشتري مصدر قوي للموجات الراديوية. ووجد فيما بعد ان فيه انواعا عديدة من الانبعاثات الراديوية من اطوال مختلفة متباينة. وفسرّ الفلكيون ذلك من افتراض وجود مجال مغناطيسي قويّ ونطاقات من جسيمات ذات طاقة نشيطة.

المجال المغناطيسي والكرة المغناطيسية: ان القياسات التي قامت بها مركبتا فواياجر وبايونير جعلت في الامكان تأكيد هذه النظرية. في المشتري حقل مغناطيسي ذاتي يمكن ان نصفه بأنه ذو قطبين. والمحور بين قطبي المغناطيس مائل ١١,٥ درجة عن محور دوران الكوكب، واتجاه قطبي المغناطيس على عكس ما هو موجود في الارض، اي ان القطب المغناطيسي الجنوبي بالقرب من القطب الشمالي للمشتري. وقد يكون المجال المغناطيسي في المشتري في حركة مغناطيسية في داخل القسم السائل من لباب الكوكب.

وكما هو الحال على الارض، نجد حول المشتري نطاقين راديويين التقطت فيهما الجسيمات من المجال المغناطيسي (الكترونات وبروتونات)، فتجمعت. ولكن هذه الجسيمات ذات طاقة اكبر بكثير من نطاق (فان الن) الارضي.

حلقة المشتري: من بين الاكتشافات القيمة التي دلّتنا عليها مركبتا فواياجر كان اكتشاف حلقة رقيقة من المادة حوالي المشتري، وتقع هذه الحلقة على مستوى خط الاستواء لهذا الكوكب، وتمتد على عرض يبلغ ٦٥٠٠ كم. ولكن سمكها لا يتجاوز كيلومتراً واحدا، وابعد طرف لها يقع على بعد ٥٧٠٠٠ كم فوق قمم الغيوم في جو المشتري. ومن المحتمل ان تكون مكونة من الغبار والجليد.

ان اكتشاف حلقة المشتري، وبعد ذلك طبقات اورانوس ونبتون، بين ان زحل لا يتميّز وحده بهذه الصفة.

نظام المشتري

المشتري واقماره الاربعة الكبار، – ايو و يوروبا وجانينيد و كاليستو – يشكل نموذجا للنظام الشمسي. فليس لهذه الاقمار حجم كبير وحسب (فأكبرها جانيميد اكبر من عطارد) وانما تسير كلها في مدارات حول المشتري في نفس الاتجاه. وهي تقريبا على مستوى واحد. وبالاضافة الى ذلك، فان ابعادها عن المشتري تتبع قانون بود. فالبعد من المشتري الى الخارج يزيد بين القمر والذي يليه بمعدل ١,٦٦ .

ايو
القمر ذو النشاط البركاني الشديد

أخذ اسمه من الاميرة التي احبها كبير الالهّة جوبيتر وحولها الى بقرة ليخفيها عن عيون الاله جونو. ويقع هذا القمر على بعد ٤٢٠ الف كم من المشتري.

ومن اجمل الصور المدهشة له هي تلك التي التقطها فواياجر (١) سنة ١٩٧٩، فقد بدا ان سطح هذا القمر – الذي قطره يبلغ ٣٦٤٠ كم – تطغى عليه المعالم البركانية ما بين سهول واسعة تفصل بينها جرف، ويظهر في الصورة مداخن حوالي ١٠٠ بركان، قطر فتحتها يبلغ حوالي ٢٥ كم. وبعضها محاط بمجاري اللافا (الحمم). وقد تكون اهم هذه الاكتشافات اثارة هي البراكين الثائرة وهي تنفث الغاز (مركبات الكبريت، وبالذات ثاني اكسيد الكبريت) التي تدل على ان سرعتها حوالي ١٠٠٠ مترٍ في الثانية. ويظهر ان هذه البراكين تنشأ بسرعة لأن ثمانية من تلك التي صورها فواياجر (١) في آذار ١٩٧٩ ظهر انها قد خمدت بعد خمسة شهور عندما صورها فواياجر (٢). تدل كلّ الدلائل على ان النشاط البركاني يواصل تغيير سطح هذا القمر. ولا يظهر ان هناك فوهة ارتطام قطرها اكثر من كيلومتر واحد، مما يدلّ على حداثة القمر الشديدة، مليون سنة على الاكثر. وبالاضافة الى ذلك فان الالوان البراقة في التربة تفسّر على انها نتيجة وجود عدد كبير من مركبات الكبريت من اصل بركاني، وهي ثابتة في نطاق الحرارة الموجودة على السطح والتي تبلغ ٦٠ – ١٢٠ ك.

وقد اكتشف فواياجر (١) على مسقط مدار (ايو) حلقة من البلازما ووجد انها غنية بالكبريت

والهيدروجين المتأين – ربما كان اصلها مما قذفته البراكين – وهكذا تثبت حقيقة كانت ارصاد الفلكيين تشككهم فيها. ان (ايو) واقع ضمن اشعاع احزمة المشتري وسطحه مرتبط بالطبقة الايونية من جو الكوكب بشبكة كهربائية مغلقة. فمن خلال انبوب من التدفق المغناطيسي يجري تيار شدته ٥ مليون امبير. والعملية المسؤولة عن هذا التيار القوي من الطاقة لا تزال غير مفسرة بعد، وقد اكتشفت حلقة من الصوديوم المحايد بالقرب من مدار هذا القمر واعتبر انها مكونة من الذرات التي انتزعت من سطحه من ارتطام الجسيمات الواقعة عليه.

ومعدل كثافة (ايو) ٣,٥ اي اكثر قليلا من قمر الارض. ولهذا فهو يعتبر عالما من الصخور تطغى عليه السيليكات، ولكن نشاطه البركاني يوحي بوجود مواد ذاتية في الاعماق، وفي سبيل تفسير الدخان البركاني والغيوم البيضاء التي يبدو انها تظهر في بعض النواحي من شقوق القشرة، فقد قال بعض الخبراء بوجود حبوب من ثاني اكسيد الكبريت السائل على عمق مئات الامتار تحت السطح، مثل طبقات الماء الموجودة تحت الارض في كوكبنا. ومن غير المعقول ان يكون جرم صغير كهذا يستمد حرارته حتى اليوم من انحلال عناصر راديوية نشيطة الاشعاع. وفي رأي ستانتون بيل الامريكي (الذي كتب مقالا قبل اطلاق فواياجر الاول بأيام عديدة يتنبأ فيه عن نشاط بركاني في هذا القمر)، فان الحرارة الداخلة في (ايو) تبقى نتيجة ظاهرة مدّ كبيرة جدّا من الجذب المشترك الذي يقوم به يوروبا وجانيميد والمشتري.

يوروبا
عالم من جليد

على بعد ٦٧١٠٠٠ كم من المشتري يقع قمر غاليليو الثاني (يوروبا)، وله مظهر مختلف اختلافا كليّا. فسطحه مغطى بالجليد، كما يتبيّن من مقدار الانعكاس عنه (٦٤٪) ومن طيفه ما تحت الاحمر. ويبدو انه خال من التضاريس الا من سلاسل من الربى والمرتفعات التي لا يبدو ان علوّها يزيد عن ١٠٠ متر. لكن تبدو فيه شبكة من خطوط معتمة متقاطعة، واكبر تركيز لها في منطقة ممتدة على ٤٠ درجة من كل ناحية من خط الاستواء. هذه التشكيلات التي يبلغ عرضها عشرات عديدة من الكيلومترات، واحيانا تمتد حتى الاف عديدة من الكيلومترات، من المحتمل ان تكون كسورا في الطبقة الجليدية السطحية – ولانزال نجهل اذا كانت تفلّعات سطحية او شقوقا عميقة، وقد يكون في هذا القمر نشاط داخلي (تبقيه ظواهر المدّ كما كان الحال في «ايو» انما على نطاق اصغر)

وتكاد تكون فوهات الارتطام معدومة. فلم يعرف سوى ثلاث قطر الواحدة حوالي ٢٠ كم، وهذه يمكن تفسيرها بالعمليات الديناميكية لتكوين الجليد، وتشكل الجليد في المرات التالية سيهرىء بالتدريج الندبات التي تركتها النيازك.

ومعدل كثافة يوروبا ٣ جم/ سم المكعب. وقطره ٣١٣٠ كم. وتركيبه صخري بقشرة من الجليد لا تتجاوز ١٠٠ كم في السمك. وبناء على قياسات ما تحت الاحمر قام بها فواياجر (٢) فان درجة حرارة سطحه حوالي (٩٠ك) (− ١٨٢ س) عند الحد الفاصل بين الليل والنهار. اما حرارة النصف المضيء فتصبح (١٢٥ك) (− ١٤٨ س).

جانيميد
ارض التناقضات

اكبر اقمار المشتري. قطره ٥٢٧٦ كم. تظهر فيه اجزاء من التربة من عصور مختلفة تعكس فيه التاريخ الجيولوجي المعقد. ففيه مناطق قد خرمتها الفوهات فكشفت عن تربة ربما كان عمرها ٤ بلايين من السنين – من الوقت الذي كانت فيه كواكب النظام الشمسي في دور التشكيل وكان يرتطم عليها نيازك كبيرة جدا. هذه التربة تقع جنبا الى جنب مع مناطق احدث (حيث تكون كثافة الفوهات اقلّ حتما) تخترقها خطوط متوازية لا شكّ انها تمثل كسورا. وهنا وهناك يرى المرء صدوعا مستعرضة بها شبه كبير من الصدوع التي تقطع سلاسل التلال في اعماق المحيطات في الارض. والمميزة البارزة هي غياب اي تضريس هام. فليس في جانيميد جبل عال (فلا قمة اعلى من كيلومتر واحد ارتفاعا) ولا حوض عميق. وربما كان في جانيميد نشاط شديد في تحركات قشرته، كما هو الحال على الارض. والنماذج التي تصنع لتصوير جانيميد تضع قشرة من الجليد سمكها ٧٥ كم تحيط بغلاف من ماء متجمد او سائل آخر غني بالسيليكات. ومعدل كثافته ١,٩ جم/ سم مكعب. ويعتقد ان خمسين في المائة من هذا القمر من الماء. وبناء على رأي الخبراء فان الشقوق فيه هي حدود التغيرات في قشرته.

وفي سماء جانيميد جو رقيق جدا، كثافته اقل من واحد في البليون من جو الارض على سطح البحر.

كاليستو
سطح متجمد مليء بالفوهات

كاليستو هو ابعد اقمار غاليليو من المشتري. دورته في ١٦٦٩ يوما. بعد مداره من المشتري ٤٨٤٠ كم. وهو اصغر من جانيميد بقليل، ومن المفروض ان جانيميد وكاليستو لهما تركيب متماثل، مع ان نسبة الماء في كاليستو يجب ان تكون أكثر، وذلك لانخفاض كثافته ١,٨ جم/ سم مكعب. على اية حال فان سطحه يختلف عن جانيميد اختلافا كبيرا، إذ يظنّ انه مصنوع من الجليد «القذر» (جليد مخلوط بنفايات مختلفة) وصخور، ويبدو أكثر اعتاما، فالانعكاس عنه ١٧٪ فقط. ويكاد يكون كله محزّما بالفوهات (على الاقل الوجه الذي يقابل المشتري، فهو الوجه الوحيد الذي تمّ تصويره)، واهمّ تركيب كشفت عنه مركبات فواياجر هو بقعة مستديرة قطرها حوالي ٦٠٠ كم تقع شمالي خط الاستواء بعشر درجات، تحيط به سلاسل من حلقات تبعد عن بعضها من ٥٠ — ٢٠٠ كم، وتمتد على قطر يبلغ ٣٠٠٠ كم، وفي الجزء المركزي من مجموعةالحلقات هذه، نجد ان الفوهات اقلّ بثلاث مرات عما هي في نواحي كاليستو الاخرى، من الواضح ان الفوهات التي كانت قائمة هنا قد مسحت ضمن قطر يبلغ حوالي ٦٠٠ كم. ومن المفروض ان يكون هذا التكوين الغريب قد نتج من نيزك ضخم عندما كانت القشرة لا تزال طريّة. والذبذبات والضغوط التي حدثت من ذلك كسرت القشرة وكونت هذا النظام من الحلقات. ومن ثم أخذت طبقة الجليد تقسو وتجمدت الى اعماق بعيدة.

وسطح كاليستو على الرغم من تشابهه مع سطح القمر الارضي وسطح عطارد من حيث وفرة الفوهات، الا انه يختلف عنها بطرق كثيرة، وخاصة بفقدان الجبال والفوهات الكبيرة التي يزيد قطرها عن ١٥٠ كم، وضحالة الفوهات المتوسطة الحجم، ومن المحتمل ان يكون جريان الجليد هو الذي طمس معالم الفوهات.

وعلى القسم المظلم، بيّن فواياجر ان الحرارة كانت (— ١١٨).

الاقمار الاخرى

القمر (امالثيا) (Amalthea) اكتشف في اواخر القرن التاسع عشر، على بعد ١١٠٠٠٠ كم

فوق اعلى الغيوم على سطح المشتري. وقد بيّنت الصور التي جاء بها فواياجر (١) ان امالثيا كويكب احمر اللون، ذو شكل مستطيل ١٥٥ × ٢٧٠ كم. محوره الطويل يشير الى المشتري والمحور الصغير عمودي على مداره. وهذا القمر معتم جدا، ومعدل انعكاسه ٥٪. وقياسات ما تحت الاحمر التي اخذها فواياجر (١) تدل على ان امالثيا ادفأ مما يجب ان يكون لو كان ما يقوم به هو امتصاص اشعة الشمس واشعة المشتري ثم اعادة بثّها. ربما كانت زيادة الحرارة هذه ناتجة عن التيارات الكهربائية التي تجري على خطوط قوة المجال المغناطيسي في المشتري او من ارتطام الجسيمات التي تقع في الحزام الاشعاعي الداخلي للكوكب. ومن شكل القمر غير المنتظم نستنتج ان صلابته الداخلة كبيرة وان فيه القليل من المواد المتطايرة.

وفي الصور التي التقطها فواياجر وُجد قمران آخران، اصغر بكثير واقرب الى المشتري. وكلاهما يدور على مقربة من الحلقة التي اكتشفت حول المشتري. وقد سُمّي اول هذين القمرين (J1 ١٩٧٩) ويدور حول المشتري في ٨ دقائق و٧ ساعات على بعد ٥٨٠٠٠ كم من اعلى غيوم الكوكب. والثاني اسمه (J3 ١٩٧٩) ويكمل الدورة في ٣٠ ثانية و٤ دقائق و٧ ساعات، وقطر كل واحد منهما يساوي ٤٠ كم.

وقد اكتشف قمر ثالث (J2 ١٩٧٩) على ارتفاع ١٥١٠٠٠ كم من اعلى غيوم المشتري، بين مدار (امالثيا) ومدار (ايو). ومدة دورانه ١٦ دقيقة و١٦ ساعة وقطره ما بين ٧٠ كم الى ٨٠ كم.

وعائلة المشتري تضمّ ثمانية اقمار اخرى، وهي صغيرة وبعيدة عن الكوكب. وتقسم الى مجموعتين مختلفتين. وهي بلا شكّ كانت كويكبات اسرت.

المجموعة الاولى منها تضمّ (هيماليا) (Himalia) و(ايلارا) (Elara) وقد اكتشفا سنة ١٩٠٤ و ١٩٠٥ . ثم (ليسيثيا) (Lysithea) ١٩٣٨ ثم (ليدا) (Leda) ١٩٧٤ . وهذه الاربعة تدور على بعد ١١,٥ مليون كم من المشتري. في فترات تبلغ حوالي ٢٥٠ يوما، وفي مدارات تنحرف ٢٨ درجة عن مستوى مدار المشتري. وهذا التشابه في القياسات بينها يشير الى انها من اصل مشترك. يقدر ان قطر هيماليا ١٧٠ كم وايلارا ٨٠ كم ولسيثيا ٢٠ كم وليدا ١٠ كم.

والمجموعة الثانية هي تقريبا على بعد ضعفي هذه المسافة من المشتري، وتضم الاقمار - (باسيفيا) (Pasiphae) و(سينوبي) (Sinope) و(كارمي) (Carme) و(ارانكي) (Aranke). وقد اكتشفت بالترتيب التالي - ١٩٠٨ و١٩١٤ و١٩٣٨ و١٩٣٨ . وهذه الاجرام الصغيرة الاربعة لها

اقطار تتراوح ما بين ١٠ كم و٣٠ كم. وتدور في حوالي ٧٠٠ يوم في مدارات منحرفة بحوالي ١٥٠ درجة. وهكذا فان دورتها تكون في اتجاه معاكس. يجب ان تكون هذه الاقمار قد اسرها المشتري عندما كان في الاوج، بينما الاقمار من المجموعة الاولى يجب ان يكون قد اسرها عندما كان في الحضيض.

البقعة الحمراء الكبرى

ترى في القسم الجنوبي من المشتري، وتمتدّ على خط بمقدار ٤٠٠٠٠ – ٢٨٠٠٠ كم وعلى خط الطول بمقدار ١٣٠٠٠ كم. ولا تدور تماما مع دورة الكوكب، وانما تتحرك قليلا كما لو كانت عائمة في جو المشتري. كانت تتذبذب قليلا حول موضعها من سنة ١٨٨٠ حتى ١٩١٠، ثم دارت ثلاث دورات حول الكوكب في اتجاه امامي ما بين ١٩١٠ حتى ١٩٤٢ ثم اخذت تدور عكسيا ما بين ١٩٤٢ حتى ١٩٦٢ . هذا الى كونها مركز نشاط شديد، يبدو ذلك في مظهرها السائل الذي تتكون في اطرافه دوامات تتبادل فيها مادة مع المناطق الخارجية.

ويلاحظ انها تتطور دوريًا، فيتغير لونها من زهري الى بنّي مارًا في عدد كبير من الالوان التي تقع بينهما. وتكون بارزة جدا احيانا كما في سنة ١٩٦٢ – ١٩٦٣ و١٩٧٣ – ١٩٧٤ . واحيانا قد تختفي كليا كما حدث في ١٦٦٥ و١٨٧٥ و١٩٢٧ و١٩٣٦ . ويعرف موضعها في اثناء اختفائها من كهف صغير على طرفها في الحزمة الاستوائية الجنوبية.

وكان يظنّ انها جزيرة صلبة تعوم على جو كثيف. ولكننا الآن نعرف انه لا يوجد جسم صلب فيه من الكثافة من الانخفاض ما يكفي لكي يعوم على جو المشتري.

ولدينا الآن صور ذات تفريق عال – شكرا للمركبات الفضائية – بحيث اصبح واضحا ان قضية البقعة الحمراء هي دوامة جوية هائلة. هذا الاعصار العملاق نشأ على الحدّ بين تيارين افقيين يدوران الى الشمال والى الجنوب من المنطقة الاستوائية الجنوبية.

وقياسات ما تحت الاحمر كشفت عن ان الحرارة في اعلى البقعة الكبيرة الحمراء هي (– ١٤٦ س) اي منخفضة درجتين سنتغراد عن الغيوم المحيطة بها. ويمكن ان تبدو مرتفعة ٨ كيلومترات من مستوى طبقة الغيوم.

اما اللون الغريب فيمكن ان يكون سببه وجود الفسفور الاحمر الذي ربما حدث من تحليل ضوئي للفوسفين المكتشف في طيف ما تحت الاحمر للمشتري. ويمكن ان ينتج ايضا من المركبات العضوية التي تتشكل في جو المشتري.

المشتري والهواة

ان التفاصيل المختلفة التي يمكن ان يراها المرء في المشتري، سواء استعمل المرقب الكاسر او العاكس، حتى ولو بتصغير قليل والمدد الطويلة التي يظهر فيها مشرقا في سماء الليل، تجعل من المشتري متعة للهاوي قلّ ان تتسنّى له في جرم سماوي آخر.

وبتكبير ٣٠ – ٤٠ مرة يمكنك ان ترى تفلطح قرصه الواضح. وباستعمال مرقب عاكس ٦٠ مم (٢,٥ بوصة) تبدأ برؤية الاحزمة المتوازية من الغيوم على خط الاستواء، وتظهر البقعة الكبيرة الحمراء على الاقل في ١٥٠ مم (٦ بوصة)، وبتكبير ١٥٠ – ٢٠٠ مرة يصبح في الامكان دراسة تشكل الغيوم. فترى ان العقد والفتائل تنشأ بسرعة نسبيا مما يكشف عن دورة جوية مضطربة. وبتركيز الرصد على بقعة معينة يصبح من السهل قياس مدة دوران الكوكب بالتقريب. ولدراسة التغيرات في تركيب أحزمة الغيوم من الأفضل أن ترسم الكوكب كما تراه في العدسة العينيّة أمامك. حاول ان ترسم الشكل المفلطح بأحسن ما تستطيع. ثم ضع التفاصيل بحسب خط العرض، وحدد الاحزمة بالذات، وضع حدودها ونسبة عرضها. وحاول ان تضع اولا التفاصيل القريبة من طرف الكوكب الغربي (التي هي الناحية اليمنى عندما تدير الورقة) لان هذه هي التي ستختفي في عملية دوران الكوكب. وبعد ذلك يمكن ان تحدد المناطق المعتمة والمناطق البراقة، ولك ان تفعل ذلك بالشدّ على القلم فتصنع بهذا الظلّ الاخفت والاعمق.

وبالاضافة الى ذلك، فان مراقبة الاقمار الاربعة – (ايو) و(يوروبا) و(جانيميد) و(كاليستو) – التي يمكن رؤيتها حتى بمنظار مزدوج العينية، ستعطي الهاوي متعة خلابة. فالاقمار الاربعة تظهر دائما على خط واحد، على مستوى خط استواء المشتري. لكنك غالبا ما ترى احدها مفقودا. فهناك ظواهر عديدة يمكن ان تحدث في اثناء دوران هذه الاقمار حول المشتري: الاحتجاب (عندما تختفي في ظلّه) والخسوف (عندما تختفي و،') والعبور (عندما تمرّ امام قرصه) وفي هذه الحالة يظهر ظلّ القمر وهو

يمرّ على سطح قرص المشتري. وهذه الظواهر تحدث في الاقمار الثلاثة: (ايو) و(يوروبا) و(جانيميد)، ولا تحدث في كاليستو لانه يتجنب قرص المشتري وظلّه لبعد مداره عنه. وهذه الظواهر يمكن تتبّعها في مرقب ٨٠ مم. الا ان مرور القمر امام قرص المشتري يحتاج الى مرقب على الاقل ١٠٠ مم (٤ بوصة). وهذه الالعاب التي تجري في المشتري تبدو رائعة خاصة عندما ترصدها والمشتري في التربيع بالنسة للارض.

الفصل الرابع والثلاثون

زحل

مداره: معدل بعده عن الشمس ١٤٢٥ مليون كم. يكون في الحضيض على بعد ١٣٥٠ مليون كم. وفي الاوج على بعد ١٥٠٩ مليون كم. ويلفّ المدار كله في ١٦٧ يوما و ٢٩ سنة. ويظهر في الموضع نفسه بالنسبة للارض والشمس كلّ ٣٧٨ يوما. وهذا يعني انه يكون في ظروف مناسبة للرصد لمدة شهور عديدة في السنة، ويحدث التقابل السنوي بتأخير ١٣ يوما في كل سنة عن التي قبلها، ويبقى زحل على التعديل ٢,٥ سنة في كلّ كوكبة سماوية (برج). ولا يبتعد كثيرا عن مدار البروج لانه ينحرف عنه بدرجتين ونصف فقط (٣٠ ثانية و٢ درجة).

ابعاده وكتلته: هو ثاني كوكب في الكبر في النظام الشمسي بعد المشتري. قطره الاستوائي ١٢٠٦٦٠ كم (٩,٤ مرة من قطر الارض). ولكن قطره بين القطبين ١٠٩٠٥٠ كم. ونظرا لسرعة دورانه يبدو فيه التفلطح أكثر من المشتري.

وحجمه حوالي ٨٠٠ مرة من حجم الارض، ولكن كتلته ٩٥ مرة من كتلة الارض. وهو فريد بين الكواكب في النظام الشمسي من حيث انخفاض كتلته، فهي ٠,٦٩ جم سم مكعب من الماء مما يوحي بأنه مكون في الاساس من الهيدروجين والهيليوم.

دورانه: تقدير مدة دورانه اصعب من تقدير ذلك في المشتري، اذ لا توجد معالم على قرصه. والقياسات العديدة التي اجريت من الارض والتي اكدتها المركبات الفضائية التي مرت بالقرب من زحل، دلت على ان دورانه يختلف في نواحيه، مثل المشتري. فيكمل الدورة على خط استوائه في ١٤ دقيقة وعشر ساعات، بينما في القطبين يكملها في ٤٠ دقيقة و١٠ ساعات. ويدور على محور يميل ٤٤ دقيقة و٢٦ درجة عن مستوى مداره. ولهذا فهو يتجه بقطبيه الى الشمس والى الارض بالتناوب.

جو زحل: ولزحل مثل ما للمشتري، قرص مخطط بحزم متوازية براقة وغامقة بالتناوب، لكنها

اقلّ تباينا، ويبدو من المعالم والاختلافات الفصلية ان هناك بعض النقاط. وفي بعض الحالات يمكن ان ترى تطور بقع بيضاء براقة لعدة ايام. ونلاحظ ايضا ظاهرة فصلية، فهناك حزمة برّاقة جدا تحيط بالكوكب في المنطقة الاستوائية تحت الحلقات. وهذه الحزمة ليست ثابتة وانما تبقى دائما على الناحية البراقة من الحلقات.

وزحل، مثل المشتري، محاط بجوّ كثيف جدا. والذي نستطيع رؤيته من هذا الكوكب هو القسم العلوي من الجو. فتبدو فيه غيوم رقيقة مستطيلة تدور موازية لخط الاستواء نظرا لسرعة دوران الكوكب.

وقد قامت مركبتا فواياجر بدراسة هذا الجو دراسة تفصيلية. قام فواياجر (١) سنة ١٩٨٠ بالمرور على ارتفاع ١٢٤٠٠٠ كم، وقام فواياجر (٢) سنة ١٩٨١ بالمرور على ارتفاع ١٠١٠٠٠ كم. وكانت الصور التي جاء بها فواياجر (٢) توحي بوجود طبقة سميكة من الضباب فوق الغيوم. ولكن الصور الاوضح التي جاء بها فواياجر (٢) كشفت عن خطأ هذه النظرية وبيّنت تشابهاً من عدة وجوه مع جو المشتري.

ويبدو ان جو زحل من حيث التركيب مشابه لجوّ المشتري، ويتألف في الاساس من هيدروجين وهيليوم، انما بنسب تختلف عما هي عليه في المشتري. وطيفه يدّل على وجود الميثان والنشادر اللذين يمكن ان يكونا المكون الرئيسي في الغيوم.

وتختلف درجات الحرارة في اعالي الغيوم من (− ١٨١ س) الى (− ١٨٧ س). واكثر ما تكون الحرارة انخفاضا في مركز المنطقة الاستوائية. وهكذا يتبيّن ان زحل، مثل المشتري، فيه مصدر حرارة داخليّ يشعّ ثلاثة اضعاف ما يتسلّمه الكوكب من أشعة الشمس.

ودرجات الحرارة في زحل منخفضة اكثر مما هي عليه في المشتري نظرا لموقعه الابعد. واذا افترضنا ان المكون الرئيسي للغيوم العليا هي من النشادر المتبلور، فان اختلاف الحرارة بينهما يفسّر المظهر الاغبش في قرص زحل. وحول المشتري توجد ظروف ملائمة لتشكل بلورات النشادر في شرائط ضيقة في الارتفاع، اما في جو زحل الابرد فتتشكّل هذه البلورات على مدى اوسع في الارتفاع، فنرى الضباب الكثيف، وبالاضافة الى ذلك فان بلورات الفوسفين يمكن ان تتشكل بسرعة في جوّ زحل باسرع مما تعمل في جو المشتري.

والدورات الهوائية في جو زحل تشابه تلك الموجودة في جو المشتري – تيارات افقية من الشرق الى الغرب. وفي اتجاهات مختلفة – وبينما نجد ان اقوى الرياح في المشتري هي على اطراف الحِزَم، لا نجد

ما يماثلها في زحل. انما نجد بدلا منها تموجات، وسرعتها تنخفض بالتدريج مع الارتفاع. واقوى الرياح تصل سرعتها الى ١٨٠٠ كم/ ساعة على خط الاستواء، وهي اسرع من الرياح المماثلة في المشتري بأربع او خمس مرات. لكنها عمليًا تختفي بعد خط عرض ٤٠ درجة. والجوّ القطبي، كما هو الحال في المشتري، يختلف عن الجوّ في المناطق الاستوائية، اذ يتميّز بعمق بصري كبير ناتج عن ان مستوى الغيوم اقل مما هو عليه على خط الاستواء.

ونرى على العموم خلايا النقل على زحل اقل مما هي عليه في المشتري. على اية حال، فان مركبتي فواياجر سجلتا صور بقع بيضوية كبيرة – تشبه البقعة الكبيرة الحمراء في المشتري – في نصف زحل الشمالي وفي نصفه الجنوبي، على نفس خط العرض تقريبا، ٥٠ – ٥٥ درجة. ومثل بقعة المشتري الحمراء، هي ابرد من الجو المحيط بها، ويمكن ان يكون سببها نشاط مستديم لدورات الاعاصير.

وقد سجل فواياجر ايضا انبعاثات الجسيمات في الشفق القطبي، وسجل ايضا انبعاثات ما فوق البنفسجي، كما سجل انبعاثات راديوية من تلك التي يتميز بها البرق، ولكن صور النصف المظلم من زحل لم تكشف عن اي برق. قد تكون الانبعاثات آتية من طبقات زحل.

واخيرا، فقد كشف فواياجر (١) عن ان هناك سديماً واسعاً من الهيدروجين المحايد يحيط بزحل، ويمتد ما بين مداري قمريه (ريا) (Rhea) و(تيتان) (Titan) ويظن ان هذا السديم يقوم على تزويده بالهيدروجين مما يفلت من اعالي جوّ تيتان.

<u>المجال المغناطيسي</u>: هناك مجال مغناطيسي في زحل. وقد كان هذا من اهمّ الاكتشافات التي قام بها (بيونير ١١) سنة ١٩٧٩ . وهذا المجال اضعف من مثيله في المشتري، وله قطبان على محور الكوكب. وشدة هذا المجال تكفي لكي تخلق كرة مجال مغناطيسية تبلغ حوالي ثلث الكرة المغناطيسية في المشتري.

<u>التركيب الداخلي</u>: ان معدل الكثافة المنخفض في زحل يدّل على انه يتركب في الاساس من هيدروجين وهيليوم. على اية حال، فان المعلومات التي جمعها فواياجر (١) تدّل على ان جوه فيه فقط ١١٪ هيليوم، بالمقارنة مع المشتري الذي فيه ١٩٪. ويبدو ان هذا الاختلاف حدث نتيجة تجمع الهيليوم الاثقل في لباب زحل. وهذه الظاهرة هي التي تخلق مصدرا للحرارة كما يتجلّى في اشعاع الكوكب. على أية حال، فهذا يبيّن اناكنا مخطئين عندماكنا نعتبر ان اجواء الكواكب العملاقة هي من بقايا السديم الذي تكونت منه الشمس وأنها لم يحدث عليها تطور منذ ميلاد النظام الشمسي.

وبناء على المعلومات التي زودتنا بها المركبات الفضائية امكن ان نبني النموذج التالي: الجوّ

يتألف من ضباب كثيف منتشر في هيدروجين غازي وهيليوم، سمكه حوالي ١٠٠٠ كم. وتحت ذلك سيكون هناك هيدروجين على شكل سائل اولاً حتى نصل الى عمق حوالي ٣٠٠٠٠كم فيزداد الضغط الى ان يصبح الهيدروجين في طوره المعدني (الالكترونات الطليقة ستسلك في المعدن الموصل).
واخيرا، فان لباب الكوكب الذي سيكون قطره ٢٤٠٠٠ كم وكتلته تساوي كتلة الارض ٢٥ مرة، سيكون فيه طبقة سائلة (ماء وميثان ونشادر) تحيط بلباب صخري (اكسيد المغنيسيوم وسيليكا وكبريتيد الحديد.. الخ).

حلقات زحل

لقد احتار الفلكيون الاوائل من منظر زحل في المرقب. فقد رأى غليليو ان هناك نقطتين براقتين على جانبي زحل، فتخيلها خادمين يساعدان زحل العجوز في سيره في طريقه الطويل. ولكن هذين الرفيقين اختفيا سنة ١٦١٢، وعاد غليليو فرآهما ثانية سنة ١٦١٦ لكنه لم يعرف حقيقة طبيعتهما.

وبقي زحل الى حين من الزمن كوكباً ثلاثياً، ورسمه كثير من الفلكيين بمقبض او اكثر دون ان يعرفوا الحقيقة. ولم يظهر حلّ هذا اللغز الا سنة ١٦٥٩ حين وصفه (هويجنز) قائلاً: «تحيط بزحل حلقة غير لاصقة بالكوكب ومائلة عن مستوى مداره».

اما الارصاد التالية فقد اخذت تكشف عن عدد الحلقات التي تحيط بالكوكب وهي كلها على مستوى خط استوائه تماما. ولهذا في اثناء دورة الكوكب فانها تظهر للراصد على مستوى ميل مختلف. والانحراف يعتمد على الفترة الزمنية التي يكون فيها زحل، وسطوح الحلقات تضئيها الشمس بالتناوب. السطح الشمالي ٩ شهور و١٥ سنة والسطح الجنوبي ٨ شهور و١٣ سنة. وهي رقيقة جدا بحيث لا ترى اذا كانت اشعة الشمس تقع عليها من طرفها او اذا كانت الارض تقطع مستوى مدارها كما حدث سنة ١٩٧٩ - ١٩٨٠ .

وفي سنة ١٦٧٥ رأى الفلكي الفرنسي كاسيني ان الحلقة البراقة التي اكتشفها هويجنز مقسمة الى قسمين متساويين بخط معتم بينهما يسمّى الآن خط تقسيم كاسيني. وفي سنة ١٨٥٠ وجد الامريكي بوند حلقة جديدة اقرب الى الكوكب من سابقتيها واكثر إعتاماً، واصبح يطلق عليها حلقة الكعكة. وحتى سنة ١٩٦٠ كان الفلكيون يعتقدون ان هناك ثلاث حلقات يفصل بينها خطان. لكن وجدت حلقة اخرى لم تكن واضحة واصبحت الامور الاضافية التي تتوارد موضع الشك.

وفي سنة ١٩٧٩ اكتشف فلكيون فرنسيون حلقة جديدة اخرى خارجية ابعد من سابقاتها عن زحل. وايد الاكتشاف فلكيون آخرون.

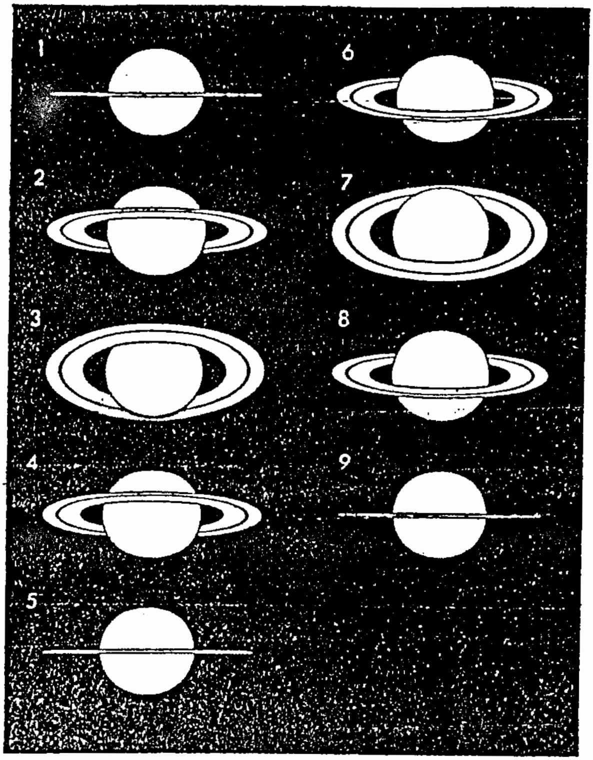
اما الاكتشافات المدهشة حقا فقد جاءت من المركبات الفضائية وخاصة مركبتي فواياجر. فقد قام فواياجر (١) عندما مرّ في ظل زحل بتأييد وجود الحلقة الداخلية التي كان مشكوكا فيها والتي تبدأ من ٧٠٠٠ كم من غيوم الجوّ العليا في زحل. غيرّ ان الصور العديدة التي اخذتها المركبتان بيّنت ان تركيب الحلقات هو اكثر تعقيداً مما كان يتصور الفلكيون. فكل حلقة كانت معروفة سابقا وجد انها تتكون من مجموعة من الحلقات العديدة المتداخلة في بعضها التي تبلغ في عددها الآلاف. حتى خط تقسيم كاسيني الذي كان يظن انه خال من المادة وجد انه من غبار معتم ومقسم على الاقل الى ٢٠ حلقة. ولا تظهر هذه الحلقات في الرصد وانما هي واضحة جدا في صور فواياجر. ويمكن ان نلاحظ تشويشات كثيرة في الحلقات واختلافات في السمك او اللمعان وعدم تناسق في توزيع المادة.

هذه الظواهر الغريبة جعلت الفلكيين يفكرون في اعادة النظر في مفهومهم عن الحلقات. ونحن نعرف ان الحلقات مكونة من عدد غفير من الاجسام الصغيرة التي تدور في مدارات مستقلة. وقد افترض كاسيني هذا الافتراض سنة ١٧٠٥ وأيدته الميكانيكا النظرية. كما ان أثر دوبلر في انزياح الطيف أيّد ذلك بأن وجد ان الجسيمات الابعد تتحرك بسرعة ابطأ بحسب قانون حركة الكواكب.

واخيرا، فان الحقيقة المعروفة من ان الحلقات لا تعود ترى عندما ننظر اليها من طرفها، تدلّ على انها رقيقة جدا، وبناء على التقديرات الحديثة فان سمكها لا يتعدّى كيلومترين.

وهناك نظريتان منافستان لهذه النظرية عن أصل الحلقات. اذ يرى بعض الخبراء انها من حطام قمر (او اكثر) نتيجة قوى المدّ التي كان يتعرض لها عندما كان يدور حول زحل على بعد اقلّ من ٢,٤٤ مرة من نصف قطر الكوكب – اي ضمن حدّ (روش) –. ويرى آخرون أن مادة الحلقات من بقايا تكوين الكوكب نفسه، لأن كل الكواكب في الوقت الذي كانت تتكاثف فيه كانت محاطة بغبار وغاز. والمعلومات التي لدينا الآن لا تجعلنا قادرين على اختيار اي من النظريتين، وزيادة على ذلك فلا نستطيع ان ننفي على الاقل ان الحلقات الداخلة يمكن ان تكون نشأت عن التفتيت بينما الحلقات الخارجية التي تقع وراء حد (روش) هي بقايا من حقبة التجمع.

وبقاء نظام الحلقات يؤكده جذب زحل واقماره. وعلى اية حال، فان الغرائب التي وجدناها في صور فواياجر توحي بأن مجال زحل المغناطيسي يمكن ان يكون قد لعب دورا في تشكيل هذا التركيب الحلقي الجميل. والتقسيمات بين الحلقات التي ترى من الارض تمثل مناطق تكون فيها كثافة المادة اقلّ



مناظر حلقات زحل خلال دورة كاملة.
الحلقات مغلقة في الارقام ١ و٥ و٩ .
الوجه الجنوبي من الحلقات ظاهر في ٢ و٤
الوجه الشمالي ظاهر في ٦ و٨

من الحلقة المجاورة لها. وبناء على التفسير التقليدي، فان الاجسام السائرة في المدارات هناك لا يمكن ان تبق في موضعها لمدة طويلة من الزمن، لأن فترات دورانها يجب ان تحمل ارقاما نسبية كاملة من ارقام دورة الاقمار الهامة. وهكذا فان خط تقسيم كاسيني هو في منطقة تكون فيها فترة الدورة مساوية لنصف دورة (ميماس) (Mimas) وثلث دورة (انسيلادوس) (Enceladus) وربع دورة (تيثيس) (Tethys). وظاهرة الرنين الجاذبي هذه تشابه ما نراه في نطاق الكويكبات من جراء تأثير المشتري. على اية حال، وكما ذكرنا سابقا، فان الفراغ بين الحلقات الذي يظهر نسبيًا جدًا في صور فواياجر يجعل من الضروري وجود نظرية جديدة.

والحلقات تختلف في الاساس في كثافة المادة وقياسات الاجسام الموجودة فيها، وقد اتضحت صفاتها نوعا ما في أثناء رحلات فواياجر من اجراء تجارب لدراسة الطريقة التي يتوزع فيها ضوء الشمس او الاشعة الراديوية التي تبثّها المركبة. وبتحليل المعلومات التي امكن جمعها اصبحنا نعرف ان الاجسام التي تتكون منها الحلقات لها ابعاد تختلف اختلافا واسعا، تتراوح بين بضعة ميكرونات حتى عدة أمتار. وبعض الحلقات تطغى فيها الاجسام الصغيرة وحلقات اخرى يوجد فيها أجسام اكبر. وهذا يوحي بأن الحلقات قد لاتكون تشكلت كلها في وقت واحد، وقياسات الطيف التصويرية والقياسات الراديوية لما تحت الاحمر توحي بأن الاجسام الموجودة في الحلقات مغطاة – أو مصنوعة من – الجليد.

اقمار زحل

تحيط بزحل – بالاضافة الى حلقاته – مجموعة من الاقمار التوابع. وقد يكون اكبرها مكونا من الصخور والجليد. ويبدو ان هذا كان قد نشأ من عملية تجمع من السديم البدائي كما كان يحدث في كواكب النظام الشمسي.

وحتى مرور اول مركبة فضائية عن زحل كان يعرف بكل تأكيد ان هناك تسعة أقمار، سُميت باسم العمالقة والمتمردين الذين مر ذكرهم في الاساطير. وهي بحسب قربها من زحل حتى أبعدها عنه: (ميماس) (Mimas) و(انسيلادوس) (Enceladus) و(تيثيس) (Tithys) و(ديوني) (Dione) و (ريا) (Rhea) و(تيتان) (Titan) و(هيبريون) (Hyperion) و(ايابيتوس) (Iapetus) و(فيبي) (Phoebe). والاكتشاف الذي قام به الفلكيون سنة ١٩٦٦ القائل بأن هناك جسمين

صغيرين اقرب الى زحل من ميماس كان لا يزال موضع جدل. وأخيرا فان القمر الذي أعلن عنه الامريكي بيكرنج سنة ١٩٠٠، يذكر احيانا للتسجيل، لكن في الحقيقة لم يعد احد يراه.

ويبدء الرحلات الفضائية والرصد المتواصل للكوكب زحل سنة ١٩٧٩ – ١٩٨٠ في الفترة المستحبة عندما كانت الحلقات تظهر من اطرافها – تضاعف عدد الاقمار اكثر من مرتين. ووجود الجسمين اللذين كانا قد اكتشفا سنة ١٩٦٦ تأكد وثبت، غير انهما يسيران في مدارين عجيبين متقاربين جدا، وسرعتهما متشابهتان لكن غير متساويتين. وعندما يلحق احدهما بالاخر فان الجذب بينهما يغير من سرعتيهما الزاويّة. فيزداد الزخم في القمر الداخلي ويأخذ المدار الخارجي حيث تكون سرعته اقلّ. اما الزخم في القمر الخارجي فانه يقلّ، فيهبط القمر الى المدار الداخلي حيث تزيد سرعته. وعلى ذلك فان القمرين يتبادلان مواضعهما. وهذه الخطوة تحدث كلّ ٤ سنوات.

ومن الاقمار التي اكتشفت حديثا اقمار لاجزانج. وهذه تتحرك في مدارات الاقمار الاكبر منها على بعد ٦٠ درجة الى الامام او الى الوراء. وقد وجد قمران من هذا النوع في مدار تيثيس وقمران في مدار ديوني.

وهناك صنف ثالث من الاقمار وهي اجرام توجد على حدود بعض الحلقات. ومجال جاذبية هذه الاجرام يعتقد بأنه يحفظ جسيمات الحلقات ضمن حدود معينة. ولهذا السبب اطلق على هذه الاجرام اسم «الاقمار الرعاة».

واحدى النتائج الهامة لرحلات فواياجر هي الكشف عن ملامح اقراص الاقمار المعروفة التي لم يكن الفلكيون يرون فيها – باستثناء تيتان – الا نقاطاً برّاقة.

تيتان: كان من اهم اهداف فواياجر (١) ان يمرّ على بعد ٦٥٠٠ كم من اكبر اقمار زحل – تيتان – وهذا الكوكب الذي يزيد قطره عن ٥٠٠٠ كم كان قد استرعى انتباه الباحثين، لانه من دون اقمار النظام الشمسي له جو كثيف. ومن المحتمل ان تكون الاحوال في جوّه بقيت قريبة لما كانت عليه منذ الحقبة التي تكونت فيها الكواكب. ويظنّ ان العمليات الكيماوية التي تحدث فيه قد تولّد جزيئات عضوية من تلك التي سبقت الحياة على الارض.

ولكن لسوء الحظ فإن الصور التي نقلها فواياجر (١) عن هذا القمر كانت مخيبة للآمال.. فقد بيّنت ان تيتان – مثل الزهرة – محاط بضباب كثيف يجعل من المستحيل رؤية حتى أبرز التفاصيل على سطحه. وهذه الطبقة من الغيوم البرتقالية لا يبدو فيها تركيب خاص يجعل في الامكان تحديد فترة الدوران. وكل ما استطعنا رؤيته من هذه الصور ان نصف الكرة الشمالي من هذا القمر اشدّ عتمة

واحمرارا من نصف الكرة الجنوبي. وهذا الفرق في اللون جعل الفلكيين يعزونه الى ظواهر فصلية، على آلرغم من قلّة فهمنا له. قد يكون ذلك دليلا على وجود مصدر حراري في جوّ تيتان، وقد تكون فيه رياح قوية جدّا.

على أية حال، فان دراسة تيتان بالاجهزة العلمية التي كانت موجودة في فواياجر (١) أعطتنا انطباعا مختلفا عما اعطتنا اياه الصور. فالرصد ما تحت الاحمر وما فوق البنفسجي وتحليل الاشارات الراديوية التي اطلقتها المركبة قبل ان تنحجب وراء تيتان - كل هذا اعطانا فكرة عن التركيب الكيماوي والحراري في جو القمر.

فتبيّن ان الجوّ يتكون من نيتروجين بمعدل ٨٢٪ - ٩٤٪ وفيه ميثان ٦٪، وفيه هيدروكربونات ايضا مثل: بروبان وايثان واسيتيلين وايثيلين، وفيه مركبات اكثر تعقيدا مثل حامض هيدروسيانيك لكن على شكل آثار. وهناك هيدروجين جزئي بمقدار ٠,٢٪ فقط. وربما كانت هذه الكميات الضئيلة من هذه المركبات ناتجة عن سلسلة من التفاعلات الكيماوية حدثت في النيتروجين والميثان كان قد ولدها الاشعاع ما فوق البنفسجي القادم من الشمس، والجسيمات المشحونة في جو زحل. واخيرا، فان وجود كمية جيدة من الارجون، ١٢٪، تبدو ممكنة. والحرارة في اعالي الجوّ (- ١٠٠ س) وتهبط حتى (- ١٨٠ س) على السطح حيث يقدّر ان الضغط حوالي ١,٦ بار (اي ١,٦ مرة من معدل الضغط في الارض على سطح البحر)

وكثافة الكوكب ١,٩٥ جم/ سم مكعب، وربما كان يتكون من صخور وجليد بكميات متساوية. وبناء على قياسات فواياجر (١) ليس في هذا القمر مجال مغناطيسي مما يدلّ على انه ليس فيه لباب معدني موصل. وربما كان تركيبه الداخلي مماثلا لتركيب قمري المشتري، جانيميد وكاليستو، اي بلباب صخري محاط بغلاف سميك من الجليد. ان تيتان كوكب يشبه الارض بجوّه النيتروجيني الكثيف، لكنه منغمس في صقيع شديد.

الاقمار الاخرى: ان توابع زحل التي اصبحنا نعرفها هي اجرام صغيرة ذات كتل تتراوح من ١٪ الى ١٠٪ من اقمار المشتري الكبرى. وهي عوالم يغطي سطوحها الجليد وتبدو في الغالب محزّمة بالفوهات العديدة التي ربما كانت ندوبا من ارتطامات النيازك العنيفة التي تعرضت لها كواكب النظام الشمسي في الحقب الاولى من تكوينها، وبقيت محافظة على شكلها لفقدان عوامل التعرية او نشاط جيولوجي عنيف.

ويقع (**ميماس**) (Mimas) على بعد ١٢٥٠٠٠كم من طرف زحل. وتبيّن انه اصغر مما كان

يقدّر له العلماء. كان التقدير السابق ٥٠٠ كم قطرا، فانخفض تقدير قطره الى ٣٩٠ كم. في واجهته الامامية فوهة كبيرة قطرها ثلث قطر القمر نفسه، وفيها قمة مركزية علوّها ٩ كم. وعلى الوجه الآخر من القمر، هناك شقوق ربما كان سببها الهزّة العنيفة التي تبعت الارتطام الذي شكل الفوهة الكبيرة. من الواضح ان هذا القمر قد تعرض في وقت من الاوقات لارتطام كويكب فيه كاد يقسمه الى قسمين.

اما (ديوني) (Dione) فيبعد ٣١٧٠٠٠ كم عن زحل. ويبدو انه أكبر مما كانت قد قدرت القياسات الفلكية. قطره ١١٢٠ كم وفيه بعض الشبه من جانيميد. فسطحه فيه الكثير من الفوهات يصل قطر بعضها حتى ١٠٠ كم. وكثير منها فيه قمة مركزية مثل فوهات قمر الارض. وتنطلق من بعضها شعاب برّاقة يفسّرها الخبراء انها مجاري جليدية. واحدى المعالم المدهشة في هذا القمر ظهور جهة لامعة منه وأخرى معتمة. الاولى تحتوي على سهول ملأى بالفوهات بينما الثانية فيها شبكة من الشعاب البراقة، وفي وسطها حوض كبير – من المحتمل ان يكون من بقايا فوهة ارتطام كبيرة.

والقمر (ريا) (Rhea) يبعد عن زحل ٤٩٧٠٠٠ كم. اما قطره فيبلغ ١٥٣٠كم. وقد صوره فواياجر (١) عندما مر على بعد ٥٩٠٠٠ كم منه. وسطحه يشبه سطح ديوني كما يشبه سطح قمر الارض وسطح عطارد شبها غريبا، على الرغم من اختلاف التركيب. ونظرا لبعده النسبيّ الكبير عن الشمس فأن الجليد فيه قاس جدّا بحيث يستجيب لوقع النيازك كاستجابة الصخور. ولأنه مليء بالفوهات فهو يضم مناطق معتمة واخرى لّماعة. ويبدو ان اللماعة أغنى بالفوهات الكبيرة.

ويبعد (تيثيس) (Tethys) عن زحل ٢٣٥٠٠٠ كم. ويبدو ايضا انه مليء بالفوهات. وله نصف معتم ونصف لامع. وقطره ١٠٥٠ كم. وصور سطحه التي جاءت من فواياجر (١) ترينا تضريسين مدهشين: تركيب دائري كبير، يمكن ان يكون سلسلة جبال، ومقابله صدع ضخم طوله ٧٥٠ كم – ٨٠٠ كم وعرضه ٦٠ كم.

اما (انسيلادس) (Enceladus) فيبعد ١٧٨٠٠٠ كم عن زحل. وقد رصده فواياجر (١) عن بعد كبير. ولكن فواياجر (٢) اقترب منه حتى ٨٧٠٠٠ كم. وهو يتميز بين كل اقمار زحل المعروفة بسطح عاكس جدّا (حوالي ١٠٠٪). ويبدو انه نشيط في تحركات قشرته. وفيه سهول واسعة خالية عمليا من فوهات ارتطامية، لكن تنتشر عليها تلال وصدوع لا يبدو ان عمرها أكثر من ١٠٠ مليون سنة. وشباب هذه التشكيلات يدّل على ان هناك فترات يتحدد السطح فيها نتيجة ذوبان الجليد الذي يكون قد امسك به تحت القشرة. ان صغر حجم القمر لا يدّل بأن التغيرات الجيولوجية ناتجة عن تحلّل النويات المشعة راديويا. انما يجب ان نعتبر الدفء فيه ناتجا عن اثر المدّ مع زحل وديوني.

و(هيبريون) (Hyperion) يبعد مليون ونصف مليون كم عن زحل. وقد صوره فواياجر (٢) وهو كويكب غير منتظم، حوالي ٤١٠ ×٢٢٠ كم. وقد كان من المنتظر من جرم بهذا الحجم ان يكون كرويا. ربما كان شظية من جرم اكبر حطمه اصطدام.

و(ايابيتس) (Iapetus) هو اغرب من ذلك. ويبعد عن زحل ٣,٥ مليون كم. والصور التي التقطها له فواياجر (٢) اكدت خصائص هذا الكوكب المدهشة الغريبة التي كان قد رآها كاسيني في القرن السابع عشر ولا تزال حتى الآن دون تفسير. فنصفه المتأخر (اي النصف الموجود الى الخلف بالنسبة الى حركته في مداره) لامع جداً، بانعكاس معدله ٥٠٪، بينما النصف المتقدم معتم جدا بانعكاس معدله من ٣٪ الى ٥٪. وقد وضعت نظرية لتفسير هذه الظاهرة تقول بأن جسيمات المادة المعتمة قدتكسّرتمن سطح قمر زحل الخارجي (فيبي) من ارتطام نيازك صغيرة جدا. ثم اتجهت الى ايابيتس بعد ان لفّت في الفضاء بدقّة، مّما ادى الى تلوّث النصف الامامي من هذا القمر. غير ان الفاصل المحدد بدقّة بين المنطقة المعتمة والمنطقة اللامعة، ووجود فوهات مخبّأة القعر في النصف الخلفي من ايابيتس – كل هذا يوحي بأن المادة المعتمة تأتي من داخل الجرم –.

وأخيرا، بعد ١٣ مليون كم من زحل، نجد (فيبي) (Phoebe). والصور التي اخذها له فواياجر تكشف عن جرم مكور تقريبا، قطره ٢٢٠ كم، وله سطح احمر معتم جدا. ويدور حول محوره في حوالي ٩ ساعات. ومن مميزاته المدارية يبدو انه كويكب اسره زحل بمجاله الجاذبي.

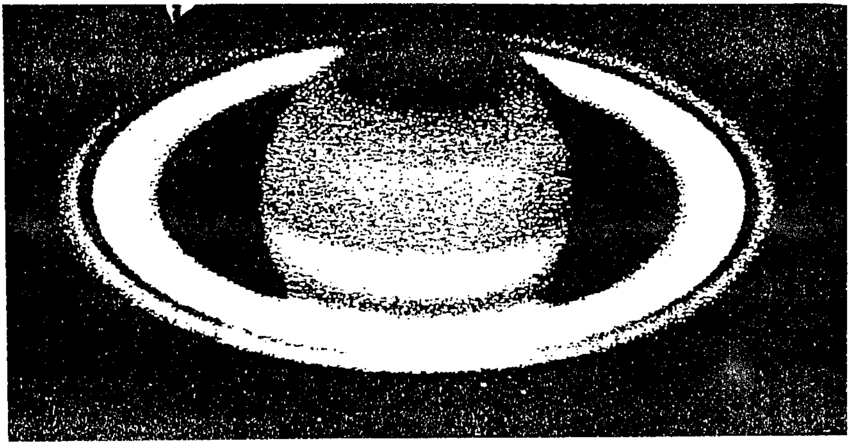
زحل والهواة

ان زحل في نظر الهواة هو جوهرة السماء. فالحلقات فيه هي من اجمل المناظر التي يمكن ان يراها المرقب.

وعندما تكون الحلقات في ميلها الاشدّ يمكن رؤيتها بمرقب قوة تكبيره ٤٠ مرة فقط. لكن يمكن ان تراها احسن من ذلك بمرقب عاكس ٦٠ مم (٢,٥ بوصة) بتكبير ١٠٠ مرة. اما مرقب ٨٠ مم (٣ بوصة) فيجعلك ترى الفرق بين اللمعان في الحلقات الداخلية والحلقات الخارجية. وفي الظروف الجيدة ترى خط تقسيم كاسيني،. ولكن هذا يكون واضحا جدا في مرقب ١٠٠ مم (٤ بوصة). ويمكن عندئذ ان نرى زيادة في الحلقات، كما يمكن ان نرى خيال الحلقات على زحل وخيال زحل على الحلقات.

اما التفاصيل على الكوكب نفسه فلا نراها في فتحة اقلّ من ١٥٠ مم (٦ بوصة)، وكذلك احزمة الغيوم والبقع.

ويرى القمر الكبير تيتان بالاجهزة البصرية الصغيرة – عاكس [illegible] – ٥٠ مم (٢بوصة) وايابيتس وريا بمرقب فتحته ٨٠ مم (٣ بوصة) وتيثيس وديوني يمكن رؤيتهما [illegible]. اما الاقمار الاخرى فهي ابعد من متناول أجهزة الهواة.



كوكب زحل

الفصل الخامس والثلاثون

اورانوس

هاجر الموسيقي الالماني وليام هيرشل الى انجلترا. وراح يصرف اوقات فراغه في الفلك. وكان يتفحص السماء بمرقب ١٦ سم (٦ بوصة) في ليلة ١٣ آذار سنة ١٧٨١، عندما رأى بقعة صغيرة مضيئة في السماء في كوكبة التوأمين، وعرف انها لا يمكن ان تكون نجما. وسرعان ما عرف ان هذا الجرم كان يتحرك بالنسبة للنجوم المجاورة، وظنّ انه مذنب على الرغم من انه لم يجد له ذنبا. واعلن عن اكتشافه في الجمعية الملكية في ٢٦ نيسان (ابريل). وحاول فلكيون مختلفون ان يرسموا مداره على انه قطع مكافىء او اهليلج مستطيل ولكن الحسابات اظهرت ان مداره يكاد يكون دائريا وان قطره اكبر من قطر مدار الارض ١٩ مرة، وان مداره ايضا ينطبق على قانون بود الذي كان قد نشر قبل ذلك الوقت بعدة سنوات. عندئذ تحقق العلماء ان هذا الجرم كوكب سيار. ووجدوا ان النظام الشمسي قد اتّسع وتعدى الى ما وراء مدار زحل. وقد استقرّت تسمية الكوكب الجديد بعد لأي على اسم اورانوس.

مداره: يبعد اورانوس عن الشمس ٢٨٧٥ مليون كم اي ما يعادل تقريبا ضعفي بعد زحل. ومداره اهليليجي فيصل في الحضيض الى ٢٧٤٢ مليون كم ويصل في الاوج الى ٣٠٠٨ مليون كم. رآخر مرة وصل فيها اورانوس حضيضه كان في ١٩٦٧ .

ويحتاج اورانوس الى ما لا يقلّ عن ٨٤ سنة ليكمل دورته في مداره. ومنذ اكتشافه عاد الى النقطة التي اكتشف فيها مرتين: سنة ١٨٦٥ وسنة ١٩٤٩ . وعلى أية حال، يحق لنا ان نقول بأن الفلكيين كانوا قد رأوه قبل هيرشل. فالفلكي البريطاني الشهير فلامستيد (Flamsteed) رآه سنة ١٦٩٠ وحسبه نجما، كما ان الفلكي الفرنسي (لومونييه) (LeMonnier) كان قد وضع اورانوس في حقل البصر في مرقبه ١٢ مرّة دون ان يعرف حقيقته. وبذلك لنا ان نعتبر ان اورانوس قد اكمل دورته الثالثة لا الثانية.

أبعاده وكتلته: تحت ظروف رصد مناسبة وباستعمال اطلس جيد، يمكن رؤية اورانوس بالعين المجردة. فهو من القدر ٥,٧ . وفي المرقب يظهر الكوكب قرصا اخضر لامعا، معتما على حوافّه بقطر اقلّ من ٤ ثانية قوس ممّا يجعل قياس ابعاده صعبا. ويبلغ قطره ٥٠٨٠٠ كم. وتعرف كتلته من دراسة حركة اقماره. وهي حوالي ١٤,٦ مرة من كتلة الارض.

تركيبه الداخلي ودورانه: يتميّز اورانوس عن بقية الكواكب في النظام الشمسي بأن محور دورانه يقع على مستوى مداره تقريبا بحيث يصنع معه ٨ درجات فقط اي انه بدلا من ان يكون مائلا ٢٣,٥ درجة مثل الارض فأنه يميل ٩٨درجة. ولهذا فاننا نراه في الانقلابين اما ان يكون قطبه الشمالي او الجنوبي هو المتجه الينا. ويبدو انه يدور في اتجاه معاكس نظرا لانحرافه. اما في الاعتدالين ويبدو لنا من الجنب – قطبه الشمالي لى جهة وقطبه الجنوبي الى الجهة الاخرى.

ان أصل انحراف مدار اورانوس غير معروف، لكن بعض الفلكيين قالوا إنّ اصطدام اورانوس مع جرم بحوالي عشر كتلته يمكن ان يحدث هذا الاثر. وترتيب اقماره يقودنا الى الاعتقاد بأن هذا الحادث كان قديما جدا.

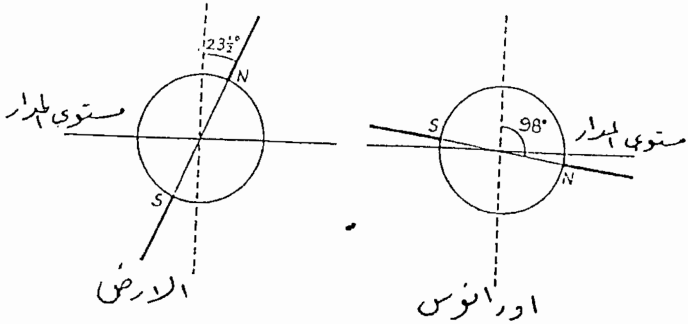
وهو مثل كل الكواكب العملاقة في النظام الشمسي قليل الكثافة اذ تبلغ ١,٢ ، وحتى قبل لقاء فواياجر (٢) كان العلماء يعتقدون ان هناك لبابا صخريّا لأورانوس، قطره حوالي ١٦٠٠٠ كم، يحيط به غلاف من ماء حار يحتوي على نشادر وميثان ويمتد حتى ثلثي القطر. ويلفّ حول هذا المحيط جو مكون من هيدروجين وهيليوم يمتد حوالي ١٠٠٠٠ كم.

وقد أيّد فواياجر هذه المعلومات ودلّ أيضا على ان هناك مجالا مغناطيسيا قويّا، الا ان انحراف قطبي هذا المجال ٦٠ درجة لم يكن متوقعا.

وقوة هذا المجال المغناطيسي أثارت التكهنات حول مصدره. فافترض بعض العلماء ان هناك عملية ديناميكية نشيطة في داخل اورانوس. على اية حال، فان قوة هذا المجال المغناطيسي تبدو انها اكبر من ان تنشأ من اللباب الصخري للكوكب. ولهذا اخذ بعض العلماء يتصور ان هذه الديناميكية المغناطيسية ناشئة بعيدا عن اللباب، اي في المحيط المكهرب من الماء والنشادر والميثان.

وكل حلقات اورانوس ومعظم اقماره واقعة داخل هذه الكرة المغناطيسية.

جو اورانوس: ان الوجه البحري الأنيس الذي يطلّ علينا به اورانوس بلونه الازرق المتميز راجع الى امتصاص الميثان للاشعة الحمراء من ضوء الشمس.



محور دوران اورانوس حول نفسه
يميل ٩٨ درجة. ولهذا يبدو ان المجاره تدور بالعكس.

وقبل اللقاء مع فواياجر، كان التحليل الطيفي قد اكتشف وجود غازين فقط: هما الميثان سنة ١٨٦٩ والهيدروجين الجزيئي سنة ١٩٤٩ . على أية حال، فقد كان العلماء يفترضون أيضا وجود الهيليوم والنشادر في جوّه.

غير ان اللقاء مع فواياجر اعطانا معلومات هامة، منها ان اعالي جو اورانوس، على ارتفاع ٤٠٠٠ كم من السطح، رقيق جدا ويحتوي على ذرات هيدروجين وجزيئات هيدروجين. وهذه المنطقة المخلخلة من غاز الهيدروجين الصافي تكون الحرارة فيها، في الناحية التي تضيئها الشمس ٧٥٠ كلفن، والمدهش ان الحرارة في المنطقة المعتمة اعلى من ذلك، اذ يبلغ حوالي ١٠٠٠ كلفن. واكتشفت الاجهزة في فواياجر (٢) ما يبدو انه طبقة سميكة من الغيوم من المفروض انها تحتوي على بلورات ميثان جليدية تحت ضغط ١,٦ الضغط الجوي. والمعلومات عن تدرّج الحرارة التي اعطانا اياها فواياجر (٢) دلت على ان الحرارة في الجو تنخفض كلما كانت اعمق، حتى تصل الى ٥١ كلفن على مستوى ٠,١ الضغط الجوي. وتحت هذه النقطة تبدأ الحرارة بالارتفاع مع العمق نظرا لازدياد الضغط. وكانت مفاجأة للعلماء من فواياجر (٢) ان يعطي معلومات تدلّ على ان الحرارة في جو اورانوس ثابتة تماما من خط الاستواء حتى القطب – فكانت الحرارة على القطب الجنوبي وأشعة الشمس واقعة عليه ٦٥ درجة كلفن، وهي أدفأ قليلا من ٦٤ كلفن على خط الاستواء. وبالاضافة الى ذلك، كانت هناك منطقة «طوق بارد» حيث هبطت الحرارة فيها حتى ٦٢ كلفن وقد اكتشفت على خط الميل ٢٠ – ٤٠ درجة جنوبا.

وقبل اللقاء مع فواياجر (٢) دلّت قياسات ما تحت الاحمر المأخوذ من الارض، ان جو اورانوس قد يحتوي على ٤٠٪ هيليوم. ولكن التفسيرات الاولى لقياسات فواياجر (٢) تدلّ على ان معدله يقع ما بين ١٠٪ – ١٥٪ فقط.

وقد بيّنت قياسات فواياجر (٢) بعد تحميصها واخراجها بعناية ان هناك غباشا بنّيا او ضبابا مركزا على القطب الجنوبي (المضاء) من اورانوس. ويفسّر بعض العلماء ان هذا الضباب القطبي ناتج عن التحلّل الكيماوي الضوئي في الميثان (CH_3) الى جزيئات اسيتلين (C_2H_2). ومع ان اجهزة فواياجر (٢) لم تكشف الا آثارا فقط، (اي اجزاء في المليون) من مركبات الهيدروكربون، مثل الاسيتلين، في جو اورانوس. الا ان هذه الكميات اعتبرت كافية لتفسير هذا الضباب البني في منطقة قطب اورانوس الجنوبي.

وبعد مزيد من الاخراج في صور فواياجر (٢)، ظهرت اربع غيوم باهتة لكنها واضحة وعميقة في جو اورانوس واقعة على خط عرض ٢٥ — ٥٠ درجة. وقد استطاع العلماء ان يتتبعوا هذه الغيوم وان يقرّروا ان الرياح في اورانوس تسير في اتجاه دوران الكوكب، وان لها سرعة عالية بمعدل ١٠٠ متر/ثانية. ووجد ان هذه الغيوم تدور حول الكوكب في فترات تعتمد على خط العرض الذي يدور فيه. وهي تتراوح بين ١٦,٢ ساعة الى ١٦,٩ ساعة. فسرعة هذه الغيوم اذن هي اسرع من دورة الكوكب التي قلت انها تتم في ١٧,٣ ساعة.

واكتشاف «الوهج الكهربائي» في اورانوس (Electric Glow) من مركبة فواياجر (٢)، كان مفاجأة اخرى للعلماء. والوهج الكهربائي هو انبعاثات فوق بنفسجية يعتقد انها تتكون في اعالي جو اورانوس عندما تصطدم الالكترونات بجزيئات هيدروجين على ارتفاع عال. وهذه الظاهرة غير المفهومة تماما، من انبعاثات ما فوق البنفسجي، يبدو انها تحدث فقط في الجهة التي يضيئها النهار من الكوكب. وقد ظهر «وهج كهربائي» اضعف في قياسات فواياجر (٢) عندما قابل المشتري وزحل.

واذ كان فواياجر (٢) يمرّ في نظام اورانوس، لاحظ شفقا قطبيا ضعيفا على الناحية المظلمة من الكوكب (الليل). وانبعاثات اشعة ما فوق البنفسجي من الشفق القطبي تحدث عندما تنصبّ الكترونات ذات طاقة قوية في جو اورانوس.

أقمار اورانوس

كان الاكتشاف الهامّ الاول من لقاء فواياحر (٢) مع اورانوس هو حول عائلته من الاقمار. فقد اكتشفت عشرة اقمار جديدة تتراوح حجومها بين ١٦ كم و١٦٠ كم. وقد حدث ذلك في شهر ديسمبر (كانون الاول) ١٩٨٥ وشهر ينابر (كانون الثاني) ١٩٨٦ والقمران الداخليان من هذه الاقمار الجديدة المسميان (1986u7) و (1986u8) يقعان على جانبي حلقة ابسلون، ويقومان — كما يقول الفلكيون — بمهمة الرعي لهذه الحلقة. والأقمار الأخرى الثمانية تدور حول اورانوس في المنطقة الواقعة

بين حلقاته و(ميراندا) وهو أصغر أقمار اورانوس المعروفة سابقاً.

وقبل اللقاء مع فواياجر (٢) كان الفلكيون قد اكتشفوا خمسة اقمار لاورانوس: (ميراندا) و(آرييل) و(امبرييل) و(تيتانيا) و(اوبيرون). وبما ان هذه الاقمار تتراوح في حجومها بين ٥٠٠ كم (قطر ميراندا) حتى ١٦٠٠ كم (قطر اوبيرون وقطر تيتانيا) لهذا فقد وصفت بأنها الاقمار ذات الحجم الوسط. ومعنى هذا على العموم، ان فيها من كبر الحجم ما جعل جاذبيتها تعطيها الشكل الكروي، ولكنها ليست كبيرة تولّد كمية كافية من الطاقة الحرارية في داخلها لتخلق تغيرات جيولوجية تصنع الصدوع. على اية حال، فيعتقد العلماء ايضا، ان هذه الاقمار ذات الحجم الوسط قد تكون فيها المقدرة على توليد حرارة داخله كافية (ربما من خلال عمليات الانحلال في النشاط الراديوي) لكي تحرّك قدرا ضئيلا من النشاط الجيولوجي، ومهما يكن من امر، فأن فواياجر (٢) اعطى العلماء الفرصة الاولى الحقيقية لدراسة الاجرام السماوية التي تدور حول اورانوس.

ومعلومات فواياجر (٢) أيضا، أكدت ان هذه الاقمار هي اشدّ كثافة من الاقمار الجليدية في زحل، وهذا يوحي بأن عائلة اقمار اورانوس ربما كانت من عوالم نصفها جليدي ونصفها صخري، وحرارة سطوحها ٨٠ درجة كلفن وانعكاساتها في حدود ٢٠٪ فقط. حتى ان العلماء اخذوا يفكرون فيما اذا كان الجليد قد اختلط مع كميات كبيرة من الميثان في أثناء تكوّن الكوكب. ومن ثمّ فان السنين الطويلة التي شهدت تعرضها للاشعاع من كرة اورانوس المغناطيسية ربما تكون هي التي حلّلت هذا الخليط من الماء والميثان ليصبح معتما، كما حدث عندما تشكلت المركبات الكربونية الاخرى.

وقد اظهرت صور فواياجر (٢) ان أبعد الاقمار (اوبيرون) (Oberon) كان شديد التخريم بالفوهات التي تصدر عنها أشعة براقة. وقد دهش العلماء عندما رأوا بقعاً معتمة على قعر كثير من الفوهات.

أما (تيتانيا) (Titania) اكبر اقمار اورانوس، فله سطح قديم شديد التخريم بالفوهات. واهمّ المعالم البارزة فيه هي وديان من شقوق تمتدّ حتى ١٥٠٠ كم طولا و٧٥ كم عرضا.

و(آرييل) (Ariel) أيضا مخرم السطح بالفوهات التي يتراوح عرضها من ٥ كم الى ١٠ كم. وفيه عديد من الوديان والصدوع التي تتقاطع في السهول المليئة بالفوهات. ومن دراسة صور فواياجر (٢) نستدل على ان صدوعا عديدة حدثت نتيجة تمدد قشرة أرييل. على أية حال، فأن العلماء لا يعرفون حتى الآن اذا ما كانت الاودية والاخاديد المتعرجة قد تشكلت من التصدع ام من جريان سوائل.

وصور فواياجر (٢) عن القمر (امبريل) (Limbriel) تدّل على ان قطره ١٢٠٠ كم، وهو قمر خامد معتم لا معالم فيه وسطحه قديم مليء بالفوهات الكبيرة اقطارها من ١٠٠ كم – ٢٠٠ كم ولا يزال العلماء يبحثون لماذا سطحه معتم اكثر من الاقمار الاخرى. وأصغر الاقمار الكبيرة في اورانوس هو (ميراندا) (Miranda) وقد جاء بأغرب المفاجئات من صور فواياجر (٢). ففي سطحه (ذي القطر ٥٠٠كم) تبدو اكثر المعالم تنوعا. فالوديان والتلال في منطقة جيولوجية تتقاطع مع الوديان والتلال في المنطقة الجيولوجية المجاورة. وفي هذا القمر صخور ومنحدرات كبيرة جدا يتراوح ارتفاعها من ٠,٥ كم حتى ٥ كم، هكذا نجد في ميراندا مجموعة من اقرب الاشكال الجيولوجية في النظام الشمسي. ويحاول العلماء ان يضعوا نظرية تفسرّ ذلك – منها ان ميراندا في اوائل تكوينه قد حطمه ارتطام من نوع معين. وبمرور الزمن فأن قطعا من القمر الاصلي قد حصل فيها انقلاب فخرج الباطن الجليدي الى الخارج من ناحية وخرج اللباب الصخري الى الخارج من الناحية الاخرى فتكونت هذه التضاريس العجيبة.

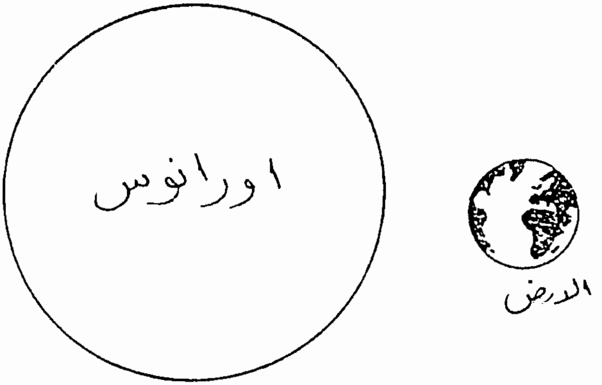
حلقات اورانوس

قبل اللقاء مع فواياجر (٢) كان أهمّ اكتشاف بشأن الحلقات قد حدث في ١٠ آذار سنة ١٩٧٧ حين أخذت عدة فرق من الفلكيين برصد اورانوس وهو يحجب نجما صغيرا في كوكبة الميزان، وعملية الحجب هذه تعطي فكرة عن الكوكب الحاجب بشأن جوّه وعرضه وتركيبه، وعندما تبدأ عملية الحجب، فإن الضوء من النجم المحتجب ينزلق على حافة قرص الكوكب، فاذا كان هناك جوّ في الكوكب فإن ضوء النجم يخفت قليلا قليلا بحسب كثافة الجوّ وارتفاعه. وبهذا الرصد فأن موضع الكوكب الحاجب وقطره ومعلومات اخرى عن جوّه يمكن ان تعرف بدقة.

لكن على غير ماكان متوقعا، فان الراصدين في هذه الحالة وجدوا أن ضوء النجم المحجوب عندما أخذ يقترب من قرص الكوكب راح يختفي ثم يعود الى لمعانه ثم يختفي بضع مرات خلال الاربعين دقيقة التي سبقت الاحتجاب. وبعد أن تحرّك النجم المحتجب وراء اورانوس وراح يظهر ثانية، بدأت سلسلة اخرى من اختفاء ضوء النجم ثم ظهوره مرة اخرى. وسرعان ما اتضح ان هذه العملية لا يمكن تفسيرها الا بأن تكون هناك سلسلة من حلقات من مادة حول اورانوس. وسّموا هذه الحلقات – وكان عددها خمسا اول الامر – بأحرف يونانية، وهي من الداخل الى الخارج:

الفا، بيتا، جاما، دلتا، ابسلون، وبعد ذلك رصدت ثلاثة احتجابات اخرى في ٢٣ ديسمبر (كانون اول) ١٩٧٧ ثم في ٤ ابريل (نيسان) ١٩٧٨ ثم في ١٠ ابريل ١٩٧٨ فاكتشفت حلقات اربع اخرى، واصبح ترتيبها من الداخل الى الخارج كما يلي: (٦) و(٥) و(٤) و(الفا) و(بيتا) و(ايتا) و(جاما) و(دلتا) و(ابسلون) ان اللقاء مع فواياجر لم يؤكد وجود هذه الحلقات التسع وحسب وأنما بيّنت المعلومات الاولية عن وجود حلقة عاشرة (1986 UIR) عرضها ثلاثة كيلومترات، وتقع بين الحلقتين البعيدتين (دلتا) و(ابسلون) أي على بعد ٤٩٩٠٠ كم من مركز الكوكب. ووجد العلماء من الصور ان هناك حزمة عريضة من المادة تقع حوالي ١٦٠٠ كم داخل الحلقة رقم (٦). هذا وقد وجد من الصور نفسها ان هناك ثلاث طبقات اخرى متقاربة من بعضها جداً. كل منها حوالي ١٥٢ مترا في العرض وتقع خارج حلقة ابسلون.

ومن معلومات فواياجر (٢) أيضا عرف العلماء ان حلقة أبسلون تحتوي على جسيمات قليلة اصغر من متر عرضا. وقبل لقاء فواياجر (٢) كان العلماء يظنون ان الاقمار الرعاة هي التي تحافظ على بقاء حلقات اورانوس ضيقة الى هذا الحدّ. ولكن دراسة معلومات فواياجر تدّل على ان هناك قمرين فقط من الاقمار العشرة المكتشفة يبدو عليها بأنها تقوم بمهمة الراعي.



نسبة حجم الكوكب اورانوس
الى حجم الكرة الارضية

الفصل السادس والثلاثون

نبتون

في سنة ١٨٢١ طلب المكتب الفرنسي لقياس الارتفاعات من الفلكي (اليكسيس بوفار) ان يضع له جداول عن حركات الكواكب السيارة الكبرى المعروفة آنذاك: المشتري وزحل واورانوس. وقد وجد بوفار في الكوكبين الاولين ان المواقع النظرية المحسوبة تتفق مع المواقع المرصودة تمام الاتفاق. لكنه وجد انحرافا في المدار المحسوب لاورانوس لم يستطع تفسيره، وقبل ان يعرف اورانوس بانه كوكب سيار كان الفلكيون يعتبرونه نجما، مع انهم كانوا قد رأوه حوالي عشرين مرة من قبل. ولكي يعمل بوفار جداوله قرر ان يعتمد فقط على الارصاد التي سجلت بعد سنة ١٧٨١، تاركا للاجيال المقبلة ان تقرّر فيما اذا كان هذا الانحراف ناتجا عن خطأ في الارصاد السابقة او ان هناك قوة غير مرئية هي التي تؤثر على حركة الكوكب.

ولم يمض وقت طويل حتى أخذت الحقائق تقدم الجواب. ففي سنة ١٨٣٠ اختلف موضع اورانوس في السماء بمقدار ٢٠ ثانية قوس عن التقدير الذي وضعه بوفار في جداوله. وازداد هذا الفرق ثانيتين أخريين سنة ١٨٤٥ . وأخذ الفلكيون يعتبرون ان هناك جرما يؤثر على اورانوس.

وراح (جون كوش آدمز) الطالب في كمبردج يبحث عن الجرم الغامض. وبعد حساب سنتين وجد ان هذا الشذوذ يمكن تفسيره اذا كان هناك كوكب جديد قام بتحديد كتلته ومداره. ورفع نتائج حساباته الى (السير جورج آري) الذي لم يأخذ الامر على محمل الجدّ. وفي الوقت نفسه، في فرنسا، قام المحاضر في الفلك في كلية البوليتكنيك، (اوربان ليفرييه) بإجراء بحوث مماثلة. وفي مذكرة لأكاديمية العلوم مؤرخة في ٢١ آب ١٨٤٦ أعلن ليفرييه عن وجود كوكب جديد، وحدد كتلته ومداره. وفي ١٨ ايلول استطاع ان يرسل ارقاما من موقع الكوكب (الميل والصعود المستقيم) الى الفلكي الالماني (جال) في برلين. ووصلت الرسالة في ٢٣ ايلول. وفي مساء اليوم نفسه، صوب (جال) مرقبه العاكس على الموقع الذي أشار اليه ليفرييه، واكتشف الكوكب على بعد ٥٢ دقيقة قوس

(اي اقل من ضعفي قطر القمر الظاهر في السماء). وسمي الكوكب الجديد (نبتون).

وقد أثار هذا الاكتشاف الناجح المرارة في بريطانيا. في تموز ١٨٤٦ كان الفلكي البريطاني (كاليس) من مرصد جرينتش، قد قام باستعمال ارقام المواقع التي حددها آدمز. ورأى الكوكب، ولكنه لم يعرفه.

مدار نبتون: يدور نبتون في مدار يكاد يكون دائريا. بنصف قطر يبلغ ٤,٥ بليون كم. (أي اكثر بقليل من معدل المسافة بين الارض والشمس ٣٠ مرة). وينحرف ٤٧ دقيقة ودرجة واحدة عن مستوى مدار البروج (٤٧ ١ً). وسرعته ٥,٤ كم/ ثانية ويتم دورته الكاملة في مداره في ١٦٤ سنة و٢٨٠ يوما. ومنذ اكتشافه حتى الآن لم يكمل دورة واحدة.

صفاته الفيزيائية: من القدر الثامن، اي انه لا يرى بالعين المجردة. ويحتاج الى تكبيره ٣٠٠ مرة على الاقل لكي يظهر قرصه الازرق المخضرّ الذي لا يزيد قطره في عدسة المرقب عن ٢,٩ ثانية قوس.

وقطره على خط استوائه ٤٨٦٠٠ كم (اقل من اورانوس ٤,٣ في المائة). وقد قام ليفرييه بتقدير كتلته لما يحدثه من اضطراب في مدار اورانوس وقال بأن كتلته ٣٢ مرة من كتلة الارض، بينما قدر ادمز كتلته بأنها ٤٥ مرة. والواقع ان كتلته هي ١٧,٢ من كتلة الارض، وكثافته ٢,٢٥ أي قريبة من كثافة اورانوس.

ومن الصعب رؤية تفاصيل على سطح نبتون حتى بالمراقب الضخمة. والفضل فيما اصبحنا نعرف عنه الآن يعود الى المركبة (فواياجر ٢).

فواياجر ٢: كان اكثر الكواكب غموضا عند الفلكيين هو نبتون نظرا لبعده السحيق في اطراف النظام الشمسي. ولكن وكالة الفضاء الامريكية أطلقت فواياجر (١) وفواياجر (٢) فتغيّرت معرفتنا كلّها عن الكواكب واقمار النظام كلّها. كان من المخطط للمركبتين أن تزورا المشتري وزحل، وقد قامتا بهذه المهمة بنجاح. الا ان العلماء في (ناسا) اغتنموا فرصة ترتيب الكواكب السيارة العملاقة على الشكل الذي كان عليه فأمروا فواياجر (٢) ان يتوجه شطر اورانوس، وبعد أن قام بمهمته هذه بنجاح ايضا امروه أن يتوجه الى نبتون. وتم اللقاء الناجح جدّا في ٢٤ آب ١٩٨٩، بعد أن كان فواياجر قد سار ١٢ عاما في النظام الشمسي. وترتيب الكواكب الذي يتيح للعلماء أن يأمروا المركبة الفضائية فتنتقل الى الكوكب الذي يليه في البعد، لا يحدث الا مرة واحدة كل ١٧٦ سنة.

وقد ارسل فواياجر صوراً غيرت الفكرة التي كان يحملها العلماء عن نبتون. فاذا به عالم هائج، فيه عواصف تضاهي ما هو موجود على المشتري وغيوم زاحفة لم ير الفلكيون لها مثيلا في كوكب غازي آخر.

ونبتون، مثل اورانوس، كرة ضخمة من الماء والصخور الذائبة، مغلفة بجوّ من الهيدروجين والهيليوم المخلوط بالميثان. والميثان يمتص الضوء الاحمر، وهو السبب في المسحة المائية الطاغية على لون الكوكب، كما أن جوّه يتميّز بخطوط وبقع تدلّ على عواصف ضخمة معتمة. وتبيّن ان احدى هذه العواصف عريضة بعرض الكرة الارضية، فسارع الفلكيون المراقبون بتسميتها (البقعة المعتمة الكبرى). هذه البقعة الضخمة تقع على خط ٢٢ جنوبا. ويبدو بأنها تدور عكس عقارب الساعة. وقد اكتشفت الكاميرات فيما بعد بقعة معتمة أصغر الى الجنوب. وقد بيّنت الصور غيمة صغيرة براقة بين البقعتين سماها الفلكيون الدراجة.

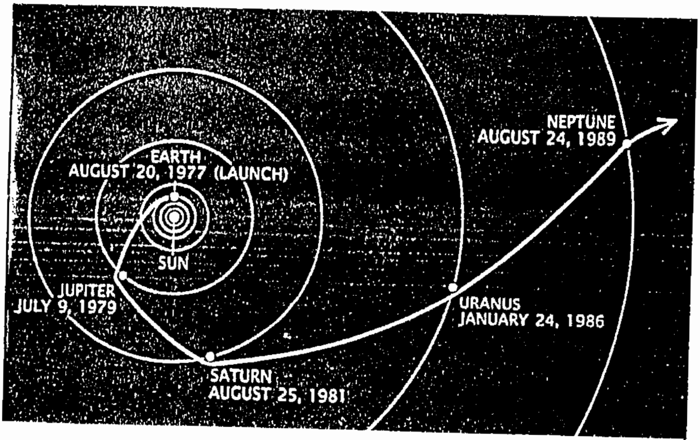
والاشارات الراديوية التي تصدر عن نبتون كما يصدر الشعاع عن الفنار، دلّت على انه يكمل الدورة حول نفسه في ١٦ ساعة و٣ دقائق. ويبدو أن البقع المعتمة الصغيرة تدور مع الكوكب في الوقت نفسه، أما البقعة المعتمة الكبرى فتأخذ وقتاً أطول – حوالي ١٨ ساعة – لكي تكمل الدورة. ولهذا فيجب أن تكون مندفعة الى الغرب بعكس دوران الكوكب وبسرعة ٣٠٠ متر في الثانية. برياح عكسية سريعة.

أما المجال المغناطيسي لنبتون فكان يحمل مفاجئات أيضاء فمحوره مائل ٥٠ درجة عن محور دوران الكوكب، وهو بعيد عن مركز الكوكب بحوالي ١٠٠٠٠ كم. ومن هذه المغناطيسية القوية هنالك شفق قطبي في نبتون وكذلك في قمره تريتون.

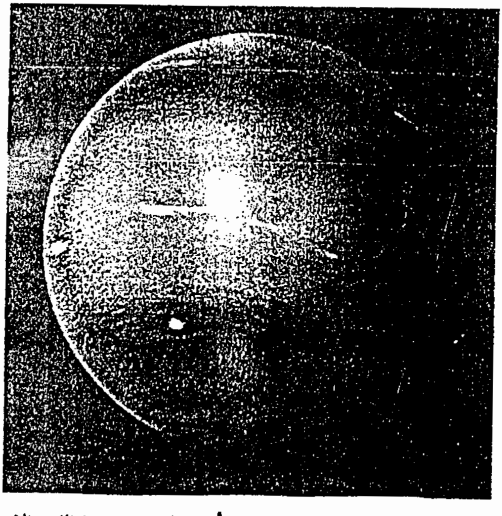
ومنذ ١٩٨٤ اكتشفت المراقب الارضية ان هناك اقواسا أو حلقات غير كاملة حول نبتون. لكن فواياجر بيّن أن هذه الاقواس ما هي الاكتل من غبار ناعم ضمن حلقات كاملة. أما لماذا وجدت هذه الكتل الغبارية، فهذا ما لم يجد الفلكيون له تفسيرا معقولا. على أية حال فأن نبتون له ٤ حلقات.

وكان لنبتون قمران معروفان من الرصد الارضي. لكن فواياجر (٢) وجد ستة اقمار جديدة سميت (1989N1) الى (1989N6). وتتراوح اقطار هذه الاقمار بين ٥٠ الى ٢٠٠ كم. وكل الاقمار الجديدة المكتشفة تدور حول نبتون في نفس اتجاه دورانه وعلى مستوى خط استوائه. أما مدارات تريتون ونيريد فهي منحرفة ٢٠ درجة و٣٠ درجة. كما أن تريتون يدور في اتجاه عكسي. وهو القمر الكبير الوحيد في النظام الشمسي الذي يدور عكسيا. هذه المدارات المنحرفة توحي بأن الاقمار لم يكن

شكل (١٩١-أ)



رحلة فواياجر الكبرى الى الكواكب الخارجية. اغتنمت فرصة ترتيب في مواضع الكواكب لا يحدث الا مرة كلّ ١٧٦ سنة + وهذا الترتيب تكون فيه الكواكب بحيث أن قدوم المركبة الفضائية اذا وصلت الى الكوكب الخارجي فإنها تستطيع بواسطة أثر جاذبية ذلك الكوكب أن تدور حوله وتنطلق في سيرها الى الكوكب الذي يليه.. وهكذا. كان فواياجر (٢) معدّاً في الاصل لكي يمرّ على المشتري وزحل. ولكنه بعد ذلك وضع له برنامج ينطلق فيه الى اورانوس ثم نبتون – أبعد الكواكب في النظام الشمسي – (في الآونة الحالية يكون بلوتو في مداره الشاذ داخل نبتون). وبعد أن مرّ فواياجر عن القطب الشمالي لنبتون مرّ عن تريتون ثم انطلق جنوبا في النظام الشمسي حيث سيجتازه الى الفضاء الواسع.



جو الكوكب نبتون يتكون من غاز الميثان الذي يمتص معظم أشعة الضوء ما عدا اللون الازرق. ولهذا يبدو لون نبتون أزرق في الصورة الملونة التي ارسلها فواياجر.

تشكيلها من المادة التي تشكل منها الكوكب، وأنها هي أجرام جاءت من الخارج ووقعت في مجال جاذبية نبتون.

أما تريتون فلم يكن يعرف عنه قبل لقاء فواياجر سوى اسمه وكونه موجودا. لكن الصور بيّنت أنه مكوّن من سهول واسعة واخاديد عميقة وفوّهات وقمم. ووجد أن قطره ٢٧٢٠ كم أي أصغر قليلا من قمر الارض. والجليد من الميثان والنيتروجين يكلّل قطبه. ودرجة الحرارة فيه ٣٧ كلفن – أي أن تريتون أبرد جسم رأيناه في النظام الشمسي. ومحوره ومداره المنحرفان يعطيانه فصولا متباينة جدًّا. ووجد فواياجر أن الجليد في قطبه الجنوبي قد تبخر معظمه نظرا الى انه في فصل الصيف الطويل الذي يمكث ٤١ سنة.

وجوّ تريتون رقيق جدا، حوالي جزء من ١٠٠٠٠٠ جزء من جو الارض. ويتكون في الاساس من نيتروجين. وتعلو حرارة الجو حتى ١٠٠ كلفن على ارتفاع ٦٠٠ كم. أما لماذا تعلو الحرارة على هذا الارتفاع. فلا تفسير مقنعا حتى الآن.

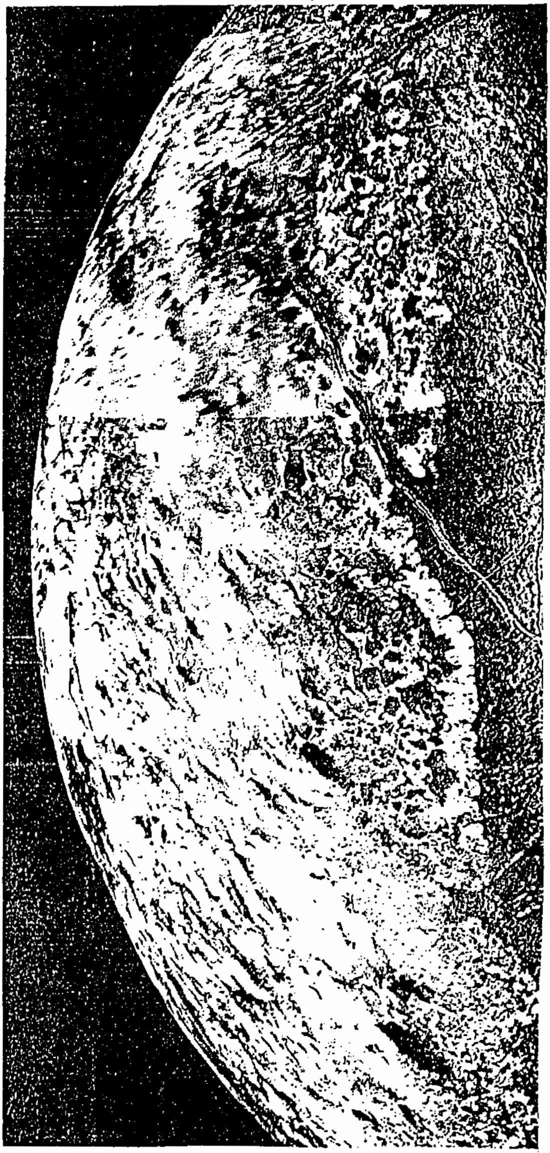
وقد أثار الاستغراب وجود لطخات معتمة على القطب الجنوبي من تريتون. وكان تفسير الفلكيين المراقبين انها مسببة عن انفجارات بركانية. فقد يكون في باطن تريتون من الحرارة والضغط ما يجعل النيتروجين السائل ينفجر الى الخارج. واذا حدث الانفجار فقد يرفع معه مركبات الكربون المعتمة من القشرة وينثرها على السطح الجليدي.

والى الشمال من القبعة القطبية ممرّ عريض من النقرات المستديرة والحواف النافرة. يبدو أن الفوهات في هذه الناحية أقلّ منها في النواحي الاخرى مما يدلّ على انها ارض جديدة التكوين. وتلتقي الشقوق الارضية في أشكال متباينة.

وفي هذه الناحية بحيرات متجمدة على ارتفاعات مختلفة كأنها على شكل شرفات، كما لو كان مستوى البحيرات تغيّر نتيجة تجمد وذوبان من الحرارة البركانية. والبحيرات في تريتون يجب أن تكون قد ملئت بسائل مائع لأن سطحها مستوٍ، ويظن انها من الماء.

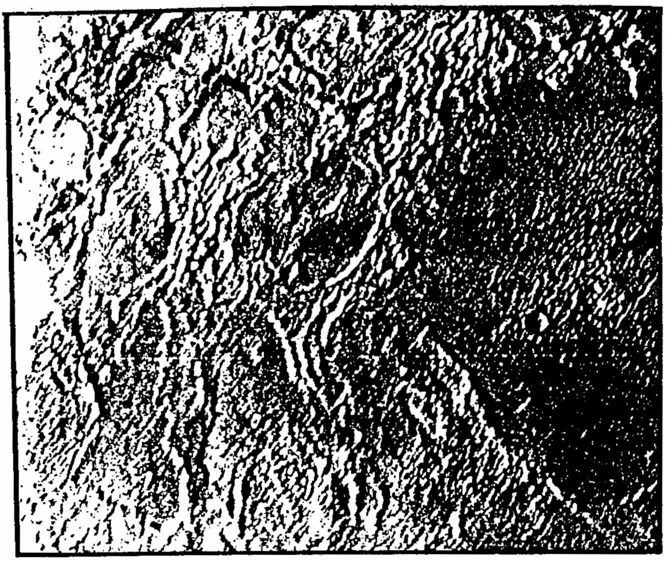
هذه الآثار من العهود البركانية الماضية تدلّ على ان تريتون كان فيما مضى أعلى حرارة من الآن. ونحن لا نعرف أصله. وقد يكون كوكبا مستقلا مثل بلوتو الذي يشابهه في الحجم وربما في التركيب فهو يحتوي على صخور أكثر من الاقمار الجليدية الاخرى. وقد يكون قد وقع في أسر نبتون واستقر في مداره الدائري منذ حوالي بليونين من السنوات.

(١٩٢-أ)

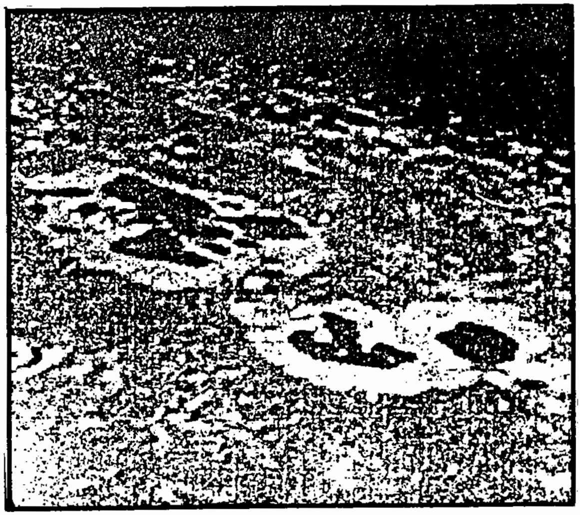


القمر تريتون

كما وصفه الفلكيون هو عالم ليس كمثله في العوالم. البقعة القطبية الجنوبية هي التي ترى الى يسار الصورة. ربما كانت تتكون من قشرة من النيتروجين المتجمد الذي ترسّب في الشتاء الماضي أي قبل ثمانين عاما.



شقوق ضخمة تصدّع وجه تريتون. ربما كانت المعالم على اليسار بحارا متجمدة اذابتها البراكين.



البقاع السوداء في تريتون التي تحيط بها حواف بيضاء هي التي لم يجد العلماء لها تفسيرا حتى الآن.

هذا الشكل الذي يشبه قشرة البطيخ الاصفر (الشمام) ربما كان من نتيجة تجمد وذوبان متبادلين حدثا في قشرة تريتون.

أما القمر الثاني فهو نيريد. وهو من القدر ١٩، قطره ٣٠٠ كم، ويدور حول نبتون في اتجاه أمامي في حوالي ٣٦٠ يوما على مدار شديد الاهليليجية ويميل عن مستوى خط الاستواء ٢٨ درجة. وهو لشدة اهليليجيته يكون على بعد ١٤٠٠٠٠ كم وهو في الحضيض ثم يبتعد الى ٩,٥ مليون كم في الاوج. قد يكون كوكبا أسيراً أيضا.

وبلقاء فواياجر مع تريتون تكون نهاية هذه الفترة الاستكشافية التاريخية. وفواياجر الآن يعدّ السير الى خارج النظام الشمسي، والطاقة الموجودة فيه ستجعله على اتصال بنا حتى سنة ٢٠١٥، حيث يكون قد وصل الى طرف النظام الشمسي. ثم سيسير بعد ذلك في فضاء الله الواسع الى ما شاء الله.

الفصل السابع والثلاثون

بلوتو

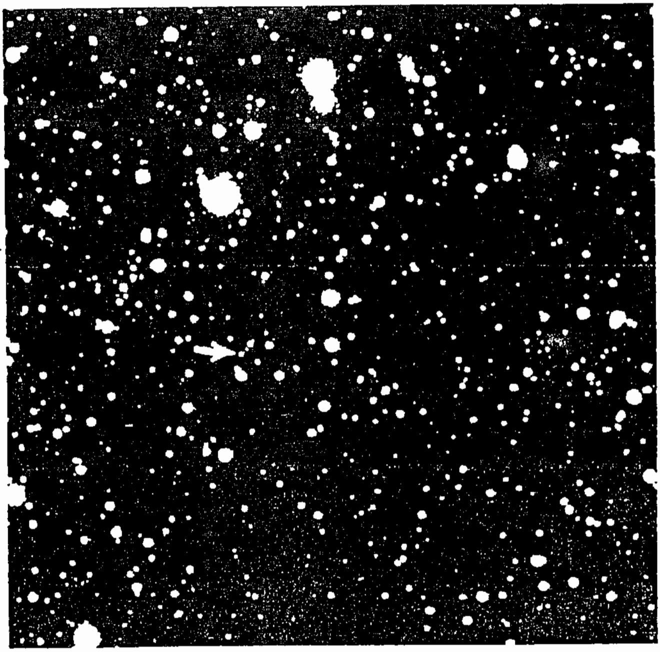
لن نأمل في هذه المرحلة من دراستنا أن نرصد هذا الكوكب نظرا لبعده السحيق وصغر حجمه، حتى أن كثيراً من المعلومات التي سجّلتها المراصد الكبرى عنه تكون دائما بحاجة الى أعادة نظر.

وحديثي هنا ما هو الا لتكملة الصورة التي وضعتها عن النظام الشمسي. ففي سنة ١٩١٥ لاحظ فلكيان اميركيان برسيفال لويل ووليام بيكرنج كلّ على حدة، بعض التشويش في حركات اورانوس ونبتون، وكان في رأيهما أن هناك كوكبا تاسعا وراء ذلك. وراحا وراح فلكيون آخرون يفتشون. وفي ١٨ شباط ١٩٣٠ اكتشف للايد تامبو الكوكب المنتظر في كوكبة التوأمين على بعد خمس درجات من الموقع المحدد. وقد سمّي (بلوتو).

وكان بلوتو المكتشف خيبة أمل لما كان معقوداً على الكوكب التاسع. كان برسيفال لويل قد قدر كتلته بسبعة أمثال كتلة الارض، كما أن وليام بيكرنج قدرها بضعفي كتلة الارض. لكن تبين منذ اكتشافه أن قطره أصغر من أن يقاس عن هذا البعد عن على الاقل في تلك الايام. ولكن قياس قطره سنة ١٩٧٩ دلّ على انه يبلغ ٣٠٠٠ – ٣٥٠٠ كم. ومنذ اكتشاف قمره شارون سنة ١٩٧٨ أمكن معرفة كتلته. فوجد انها ٠,٠٠٢ من كتلة الارض اي أنها ربع كتلة قمر الارض. وهو بهذه الكتلة لا يستطيع أن يشوّش على مدار نبتون بل اورانوس.

ويتميّز عن غيره من كواكب النظام الشمسي بأنه ينحرف ١٧ درجة عن مستوى مدار البروج، في مدار شديد الانحراف يتدخل مع مدار نبتون. ويكمل الدورة في ٢٤٨,٥ سنة.

أصله: مع أن بلوتو مصنف على أنه كوكب سيار إلا أن حجمه وغرابة صفاته تجعله أجدر بأن يكون كويكبا، وسيكون عندئذ أكبر وأبعد كويكب معروف. وللمرء أن يتساءل هل هناك نطاق آخر



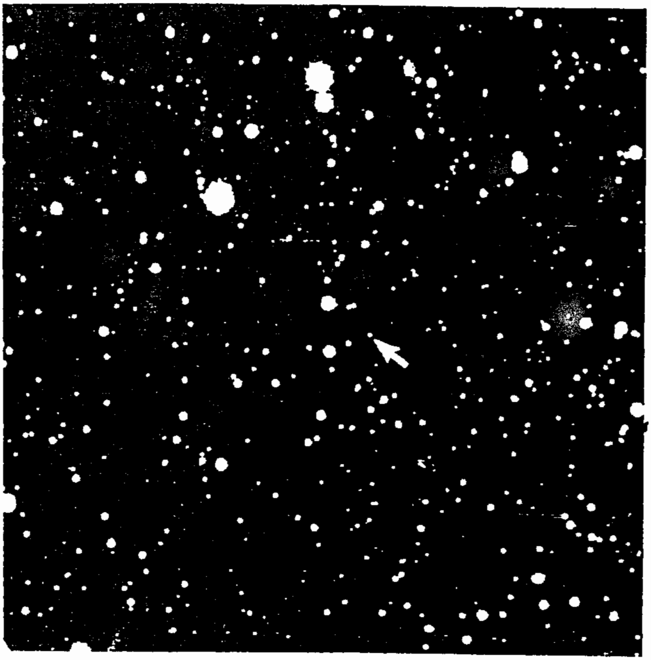
صورة أخذت لنجوم السماء في بقعة من كوكبة التوأمين في ٢٣ كانون الثاني ١٩٣٠ . السهم يشير الى الكوكب بلوتو.

للكويكبات وبلوتو أحدها؟ أم هل كان قد تشكل على طرف السديم الذي تشكل منه النظام الشمسي؟ وعندما ننظر الى حجمه وكتلته لنا أن نتساءل اذا ما كان قمرا من اقمار زحل وافلت منه بطريقة من الطرق؟

وقد رأى بعض الفلكيين أنه قمر من أقمار نبتون أفلت منه بعد أن اصطدم بجرم آخر. وحجتهم في ذلك أن بلوتو في رنين جاذبي مع نبتون، فبينما يدور مرتين في مداره يكون نبتون قد دار ثلاث مرات. هذا بالاضافة الى الظواهر الغريبة الاخرى في اقمار نبتون. فالقمر الاكبر تريتون هو القمر الكبير الوحيد في النظام الشمسي الذي يدور حول الكوكب دورة عكسية. كما أن القمر الاصغر النيريد له مدار اهليليجي غير معهود في الاقمار حول الكواكب، انما هو عادي في المذنبات.

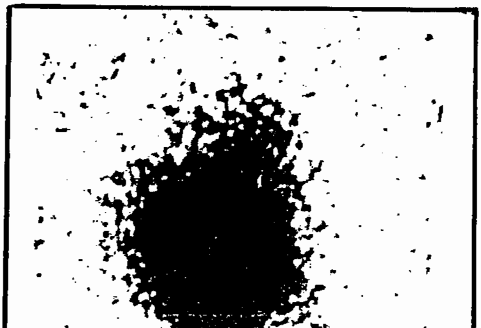
القمر الوحيد – شارون:

في ٢٢ حزيران ١٩٧٨ كان الفلكي الامريكي جيمز كريستي يتفحص الصور المكبرة للكوكب



صورة أخذت للمنطقة نفسها في ٢٩ كانون الثاني من سنة ١٩٣٠ .
السهم يشير الى الموقع الجديد الذي انتقل اليه بلوتو.

بلوتو فلاحظ نتوءا بارزا في احدى الجهات ، يتغير اتجاهه بانتظام ويكمل الدورة حول الكوكب في اكثر من ست ساعات. فاستنتج أنه قمر قريب جدًا، وتأكد بالفحوصات التي تلت.



صورة نيجاتيف مكبرة اخذت لبلوتو وقمره في ٢ تموز ١٩٧٨ هناك بروز في أعلى الصورة يدلّ على شارون

وتبين أنه يدور في مدار شبه دائري على بعد ٢٠٠٠٠ كم ويميل ٦٥ درجة عن مستوى مدار بلوتو. هذا الى أنه يدور في أتجاه عكسي.

وفي ابريل ١٩٨٠ كان الفلكي من جنوب افريقيا (ووكر) يرصد بلوتو وقمره شارون، وحدث في تلك الآونة أن حجب شارون نجما خلفه من القدر ١٢ ولمدة ٥٠ ثانية. ومعنى هذا أن شارون قمر ضخم قطره على الاقل ١٢٠٠ كم. ويقدر أن كتلته ١٠٪ من كتلة بلوتو ولنا بذلك أن نعتبر بلوتو شارون نظاما ثنائيا.

الفصل الثامن والثلاثون

الشمس

هذه الكرة الغازية الضخمة التي تجاورنا والتي نسميها شمسا، ما هي الا نجما من الآف الملايين من النجوم المنتشرة في السماء. وهي لقربها منا تعطينا الحرارة والضوء ممّا يجعلها متميزة عن غيرها من الاجرام السماوية الاخرى. وأقل ما يمكن أن نقوله فيها أنها المصدر الأساسيّ لوجودنا ووجود الحياة كلها على الارض.

ولأعط عنها الاحصائيات الاساسية التالية

عمرها: ٥ بليون سنة
موقعها من المجرة: على ثلاثة أخماس البعد بين مركز المجرة وطرفها. ١٤٩٦٠٠٠٠٠كم عن الارض
كتلتها: ١٩٨٩ مليون بليون بليون طن أو ٣٣٢٩٤٦ من كتلة الارض. أو ٧٠٠ مرة من مجموع كتل الكواكب السيارة في النظام الشمسي
نصف قطرها: ٦٩٦٠٠٠ كم (عشرة أمثال قطر المشتري أو ١٠٠ قطر الارض)
معدل كثافتها: ١٠٤ جم/ سم مكعب
مرتبتها الطيفية: G2
حرارة سطحها: ٥٧٧٠ ك
قدرها الظاهري: – ٢٧
قدرها المطلق: + ٤,٨٣
سرعتها بالنسبة لما جاورها من النجوم: ١٩,٧ كم/ الثانية

وتتكون الشمس من ٩٢٪ هيدروجين و ٧,٨٪ هيليوم و٠,٢٪ عناصر ثقيلة اخرى. والطاقة التي تولدها ناتجة عن الاحتراق النووي الذي تنضم فيه ٤ ذرات هيدروجين لتكون ذرة هيليوم مع

طاقة. وفي هذه العملية تفقد الشمس في كل ثانية أربعة ملايين طنا، والذي يصل الى الارض من هذه الطاقة قسم ضئيل جدا. ولكننا نستطيع أن نقدر كم هي عالية حين نركز الاشعة في عدسة مقعرة ونجعل بؤرتها مسلطة على جسم قابل للاحتراق، فنجد انها تحرقه.

وسطح الشمس يتكون من أربع طبقات:

الأولى: وهي الاقرب للشمس وتسمّى بالطبقة الضوئية (فوتو سفير). وعلى هذه الطبقة توجد البقع الشمسية. وهذه قد تكون كبيرة ترى بالعين المجردة أو قد تحتاج الى منظار أو مرقب صغير. وتتراوح أقطارها بين ٨٠٠٠٠ كم – ٢٥٠٠٠٠ كم – أي أن البقعة الشمسية تتسع لعدد من الكرات الارضية كأرضنا. والبقع الشمسية تفضل خطوط العرض من ٥ – ٤٠ شمال أو جنوب خط الاستواء. ومعظمها يبق بضعة أيام ثم يختني وبعضها قد يبق دورة شمسية كاملة – ٢٥ يوماً.

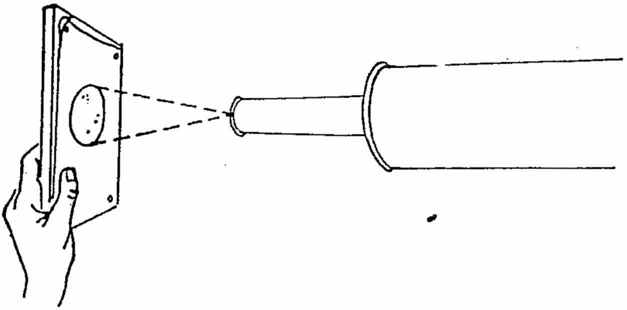
وعند تفحّص البقعة الشمسية بتكبير شديد تجد أن مركزها معتم نسبيّا ويسمى ظلاًّ. وعلى جوانبه منطقة أقلّ اعتاما تسمى شبه الظلّ.

ويبدو أن هذه البقع الشمسية هي عواصف مغناطيسية على سطح الشمس تتحرك من المركز على شكل الاعاصير الارضية مع انها تختلف عنها اختلافا جذريا. ويبدو أن لها علاقة مع مشحات برّاقة تكون قريبة منها تسمّى (صياخد). والصياخد موجودة في الطبقة الضوئية أيضا.

والصياخد ترى بتكبير في منظار قويّ أو في مرقب ٢ بوصة، خاصة عندما تكون على طرف الشمس حيث تبدو الطبقة الضوئيةأكثر إعتاما. وحياة الصياخد عادة أطول من حياة البقع.

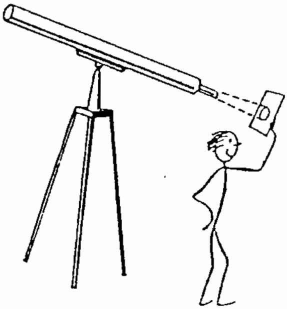
الا أن أكثر ظاهرة غرابة هي الدورة المغناطيسية التي تحدث كلّ ٢٢ سنة. فمن الحقائق الطبيعية التي تلفت الانتباه هي الطريقة التي تنقلب فيها المغناطيسية الشمسية كلّ ١١ عاما، اذ يعود كلّ قطب مغناطيسي الى ما كان عليه قبل ٢٢ عاما. وفي الفترة الحالية (اوائل التسعينات) نجد أن القطب الشمالي المغناطيسي قرب القطب الشمالي الارضي، ولكنه بعد أن يكمل الاثني عشر عاما سنجد أنه ينقلب، فيصبح القطب المغناطيسي الشمالي عند القطب الارضي الجنوبي والعكس.

وهناك طريقتان أمام الهاوي لرصد البقع الشمسية والصياخد: – أولاهما أن ننظر مباشرة الى الشمس من خلال مرقب أو منظار. وفي هذه الحالة يجب أن تكون حذرا كلّ الحذر لأن وقوع الشمس من خلال عدسة مرقب على عينك قد يسبّب عمىً مستديا. عليك أن تستعمل زجاجا خاصا مطليّا أو اي طريقة أخرى.



طريقة اسقاط الصورة على ورق مقوّى، في مرقب ٢ بوصة

أما الطريقة الثانية فهي أن ترفع العدسة العينية من المرقب وتسلط المرقب على الشمس وتضع قطعة من الورق المقوّى في الناحية التي رفعت منها العدسة، وتعدل موضع الورقة المقواة بحيث تجد ان قرص الشمس يسقط عليها واضحا. ستظهر لك البقع الشمسية بكل وضوح.



صورة أخرى تظهر كيفية إسقاط صورة الشمس على ورقة مقواة بيضاء. إياك أن تنظر بعينك في المرقب. وإنتظر من الهاوي أن يضع الورقة المقواة في إطار يستطيع تحريكه وتعديله بسهولة.

تستطيع الآن أن تدرس البقع – مواقعها وحجومها وأشكالها. ويمكنك أن تقيس قطر البقعة الشمسية، وذلك بأن تقيس قطر الشمس الساقط أمامك على الورقة، فتعرفه بدقّة، ثم تقيس قطر البقعة الشمسية، فتقدر نسبة القطر الى القطر، وتعرف حجمها التقريبي. وتستطيع أيضا أن تضع خرائط للبقع وتضع التاريخ عليها.

وفحص الطبقة الضوئية أكثر من ذلك يحتاج الى مرقب ذي تكبير أشدّ، حيث يظهر الشكل الحبيبي للسطح. وستجد أنه يتكوّن من نويات برّاقة تضيء السطح كله. وهذه الحبيبات تبدو مستديرة في العادة الا اذا كانت بالقرب من بقعة شمسية فقد تستطيل قليلا بسبب الضغط عليها. ويفصل بين الحبيبة ومجاورتها ما يعادل ٨٠٠ كم، أي ما يعادل قطرها. ولا تحفظ الحبيبة شكلها دائما وإنما تتغير أشكالها باستمرار.

الطبقة الثانية: وتسمّى الطبقة القالبة. وهي كتلة من أبخرة كلها من عناصر ترابية، تمتد حوالي ١٢٠٠ كم فوق الطبقة الضوئية. وهي أبرد من السطح، ونتيجة لذلك فهي تمتصّ الضوء الآتي من الاسفل مما يخلق خطوطا معتمة في الطيف. وعند حدوث كسوف كلّي، عندما تبدأ حافة القمر تغطي كلّ الطبقة الضوئية، فأن الطيف من هذه الخطوط يظهر أنها خطوط برّاقة، أي خطوط انبعاث. ومن هنا جاء اسم هذه الطبقة بأنها قالبة، لأن الطيف ينقلب لمدة ثوان عند الكسوف الكلي من خطوط امتصاص الى خطوط انبعاث.

أما الطبقة الثالثة: الى الخارج فهي الطبقة اللونية (كروموسفير). وتمتد الى بضعة الآف الكيلومترات وهي من غاز الهيدروجين والهيليوم وربما كان فيها الكالسيوم ايضا. ومن هذه الطبقة تنشأ النتوءات الشمسية التي ترتفع كغيوم من دخان لامع يمتد الآف أو مئات الآلاف من الكيلومترات. وقد سجلّ أن بعضها قد وصل الى ١٦٠٠٠٠٠ كم فوق سطح الشمس وهي تنتقل بسرعة مدهشة: وهنا تقع اللطخات (Flocculi) وهي كتل ملتهبة من الهيدروجين أو الهيليوم وقد يكون لها علاقة بالنتوءات.

أما الطبقة الرابعة فهي الاكليل الشمسي: وهو يمتد حول الشمس ويكون متخلخلا جدًا بحيث أن بعض المذنبات دخلت فيه دون أن تبطيء في سيرها. وشكل الاكليل يختلف مع دورة البقع الشمسية، وتصل الحرارة فيه الى حوالي مليون درجة مئوية.

ولرؤية الاكليل نحتاج الى كسوف كلي للشمس. وهذا من الصعب الوصول اليه على الرغم من أن الكسوفات الشمسية أكثر عددا من مثيلاتها القمرية. غير أن خسوف القمر يرى في نصف الكرة الارضية التي تواجه الخسوف بينما يكون الكسوف في منطقة محدودة. وعندما يريد المرء رؤية خسوف فإنه يحتاج الى سفر قد يكون طويلا. على أية حال اذا كان في امكانك أن تفعل فلا تقصّر، لأن منظر الكسوف الكلّي من أجمل المناظر التي يمكن أن يراها الانسان في حياته.

الخسوف الكلي: تبدأ نقرة صغيرة تظهر على حافة الشمس الغربية، وتأخذ هذه النقرة تزداد وقرص الشمس ينقص. وقبل أن يكتمل الكسوف نجد ان السماء قد أظلمت وساد سكون عميق على الارض. وتأخذ الطيور تصفقّ بأجنحتها منطلقة الى أعشاشها وتنساب الحيوانات الى زرائبها، وتنخفض درجة الحرارة. أما هلال الشمس فبعد أن يزداد نحولا يختفي اختفاء كاملا خلف القمر. ويبدو الاكليل الشمسي الارجواني يتوهج حول القرص الاسود. وتبدأ بعض النجوم بالظهور، وتظهر الطيور الليلية في الجوّ وتأخذ حشرات الليل بالازيز. كل شيء ساكن، وهناك وهج برتقالي في الافق يبعث شيئا من الرهبة.

كل هذا يمرّ سريعاً جدّا. **وحبيبات بيلي** تظهر راسا قبل الكسوف. انها آخر أشعة الشمس اذ تتسلّل بين وديان القمر وأخاديده حول القرص الاسود. وفي لمحة بصر تكون قد أختفت.

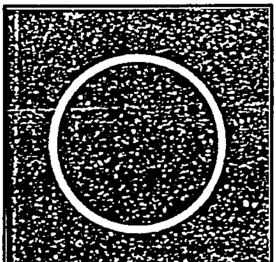
الآن قد احتجبت الشمس كلّها، وكلّ ما بقي ظاهرا هو الاكليل الشمسي يتوهج في السماء بشكله غير المنتظم. وقد يصل امتداده مليونين أو ثلاثة ملايين حتى تسعة ملايين كم في الفضاء. نراه أول الأمر كدائرة صغيرة حول قرص الشمس. أنظر اليه بالمنظار، ستجد أنه يتقوّس حول القطب الشمالي والقطب الجنوبي للشمس، حيث يشكل خطوطاً قوية نتيجة القوة المغناطيسية الهائلة في الشمس. هذه هي **الفرجون القطبي**.

بالمنظار أيضا تتبع حافة القمر بسرعة فالوقت قصير أمامك – فقد تجد نفثات حمراء أو برتقالية، وهي نتوءات من الشمس داخل الاكليل. وستجدها تذبل وتختفي بسرعة. ومن ثم يختفي الاكليل نفسه، ويبدأ هلال الشمس يظهر ثانية من الناحية الاخرى من القمر. لقد انتهى الكسوف الكلّي.

هذه الأمور اذا أتيح لك أن أن تحضرها حاول ان تغتنم كلّ ظاهرة فيها. لاتوفّر شيئا. ولا تنس **الخاتم الماسيّ**. فعندما يكون الكسوف كاملا، في آخره، وتبدأ الاشراقة الصغيرة الاولى من أشعة الشمس تظهر في أسفل الاكليل الشمسي، فإنّ الاشعاع يجعلنا نراها أكبر مما هي في الحقيقة. فكأنها قطعة ماس وأسفل الاكليل بقية الخاتم.

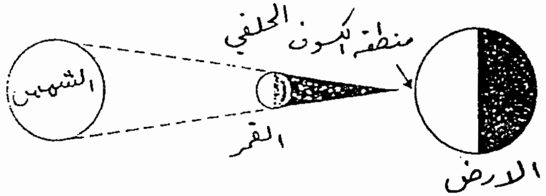
أما اذا كان الكسوف جزئيا فلن تكون له هذه الروعة. وليس هناك في الواقع ما نراه سوى اختفاء قسم من قرص الشمس. وكل ما على الهاوي أن يعمله هو أن يسجل أول لقاء بين قرص الشمس وقرص القمر والوقت الذي ستستغرقه العملية كلها. وفي بعض الاحيان يستطيع الهاوي أن يسجل الحرارة وأن يأخذ صورا.

وفي بعض الاحيان يحدث الكسوف حين يكون القمر في الاوج في مداره حول الارض، أي يكون بعيدا جدّا عن الارض بحيث لا يستطيع قرصه أن يغطي قرص الشمس. في هذه الحالة تبدو



الكسوف الحلقي
دائرة من النور من أشعة الشمس حول قرص القمر المظلم.

الشمس كحلقة من النور مشرقة تلفّ قرص القمر. ويسمى هذا **الكسوف الحلقي**. ومع أن المنظر جميل الا أن الهاوي لن يكون لديه ما يراقبه، سوى ما كان يقوم به عند الكسوف الجزئي.



نظرية الكسوف الحلقي

يتلخص في بعد القمر عن الارض بحيث لا يستطيع قرصه أن يحجب الشمس كلها.

الفصل التاسع والثلاثون

القمر

هو أجمل الاجرام السماوية وأقربها الينا، ويكاد يكون أكثر جرم يسلّط الهواة مراقبهم عليه. وتمكن مراقبته بمختلف المراقب والمناظير. وكل آلة منها تعطيك بيانا مختلفا عن الآخر.

ومعدل بعده عنا ٣٨٤٤٠٠ كم. ولكن اهليليجية مداره تجعله بعيدا عن أن يكون مدارا دائريا، اذ يصبح بعده عن الارض وهو في الحضيض ٣٥٦٠٠٠ كم، وفي الاوج ٤٠٠٠٠٠ كم. أي انه يبعد بمقدار ٦٠ مرة من نصف قطر الارض (أو ٣٠ مرة من قطرها). وسرعته في مداره ٣٦٨٠ كم/ ساعة. وهذا يجعلنا نرى أن سرعته الزاوية ٣٣ دقيقة في الساعة، أي أنه يتحرك في السماء كل ساعة أكثر بقليل من قطره.

وقطر القمر ٣٤٦٧ كم أو أكثر من ربع قطر الارض بقليل. ومساحة سطحه ١/١٤ من مساحة سطح الارض. وحجمه ١/٤٩ من حجمها. ومع أن هناك أقمارا في النظام الشمسي أكبر من قمرنا الا انه بالنسبة للكوكب الذي يدور حوله (الارض) هو أكبرها. كثافته ٠,٦ كثافة الارض أو ٣،٣ كثافة الماء. والجاذبية على سطحه ١/٦ الجاذبية على سطح الارض، أي أن الانسان الذي يزن ٦٠ كجم على الارض سيكون وزنه ١٠ كجم في القمر.

<u>ضوؤه</u>: والضوء الذي يأتينا من القمر هو ما انعكس على سطحه من ضوء الشمس. وقد يسأل الناس هاوي الفلك ما نسبة لمعان القمر الى لمعان الشمس. ان القمر أضعف لمعانا مما يتصور المرء. وجهاز مقياس الضوء يدلنا على أن ضوء القمر يساوي جزءا من ٤٦٥٠٠٠ جزء من ضوء الشمس. فالشمس في بضع ثوان تلقي علينا من الضوء ما يلقيه القمر في سنة بكاملها. وعندما يكون القمر في احد التربيعين (وهما من أوجه القمر) فأنه يعطينا جزءاً من مليون جزء من إضاءة الشمس. ونحن نحتاج الى خمس سماوات مثل سمائنا، مملوءة بأقمار كلها بدور لكي تعطينا ضوء الشمس.

دورة القمر حول الارض: الارض والقمر لهما دائماً نصف مضيء هو الذي يواجه الشمس، ونصف معتم هو الذي لا تقع عليه أشعتها. والقمر يدور حول الارض دورته الشهرية فيأتي وقت يكون فيه بيننا وبين الشمس، ويكون نصفه المظلم أمامنا والنصف المضيء بعيدا عنا. فلا نرى منه شيئا ونقول عندئذ أنه في المحاق. (أنظر الشكل). واذا ما أخذ يتحرك الى الشرق قليلا اخذ يطل علينا قسم من النصف المضيء، نسميه **الهلال الجديد**. واذا تابعته في الشكل تجد أننا نرى منه أكثر فأكثر كلما سار شرقا. فيمرّ بالربع الاول. حتى اذا وصل الى الناحية المقابلة استطعنا ان نرى النصف المضيء كله، وعندئذ يصبح اسمه بدرا. ويغذ السير في إكمال دورته مارّا بالربع الاخير، حتى يعود الى المحاق بعد مرور شهر قمريّ واحد.

أوجه القمر: ويقاس عمر القمر من بداية الهلال الجديد الذي يظهر بعد المحاق. واذا اردت أن تراقب الهلال الجديد يجب أن تنظر اليه في الافق الغربي عند غياب الشمس وقد يرى مباشرة ويكون عندئذ أكثر وضوحا. واذا أردنا رؤية الهلال الاخير يجب أن نرقبه في الافق الشرقي قبل شروق الشمس مباشرة – في الصباح الباكر.

الدورة النجمية (أو الفلكية) والدورة الاقترانية: تقاس الدورة النجمية من موضع يكون فيه القمر عند نجم معين، حتى يدور فيرجع الى موضعه نفسه من ذلك النجم. وهذه الدورة يكملها القمر في ٢٧ يوما و٧ ساعات و٤٣ دقيقة و١١,٥ ثانية. وتسمى الشهر القمري النجمي أو الفلكي (Sidereal).

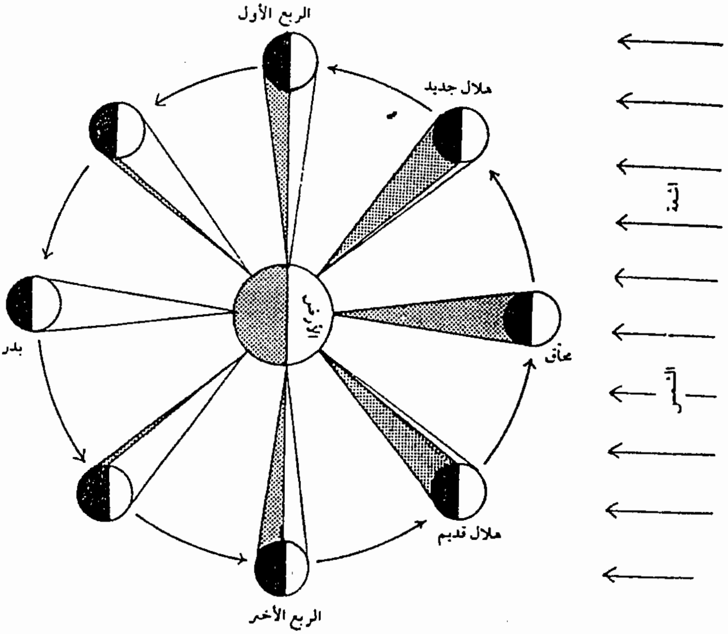
لكن الارض في هذا الشهر تكون قد تقدمت في مدارها وأصبح القمر متأخرا عنها بالنسبة لموضعها من الشمس. ولكي يلحق بها عليه أن يسير أكثر من يومين آخرين ويكمل الشهر الاقتراني الذي يبلغ ٢٩ يوما و١٢ ساعة و٤٤ دقيقة و٢,٨ ثانية. اذن اكمال الدورة حول الارض وما تقدمته الارض في هذه الفترة حول الشمس يسمى الشهر الاقتراني (Synodic).

ويسير القمر في السماء يوميا بمعدل ١٠,٥٨ دقيقة و١٣ درجة.

دورة القمر حول نفسه: يدور القمر حول نفسه مرة واحدة في غضون دورته حول الارض، أي مرة كلّ شهر. ومعنى هذا أنه يدير وجها واحدا للأرض دائما. ونظراً لقربه الشديد نسبيا ولخلوّه من أي جوّ على سطحه فإن رؤية معالمه وتضاريسه تبدو واضحة جدّا في المرقب.

القمر لا جوّ له: يستطيع الهاوي أن يستدل على عدم وجود جوّ في القمر من حقائق كثيرة. ففي حالة الكسوف الكلّي لا نجد حلقة من الاضاءة حول قرصه. هذا الى أنك لا تلاحظ غيوما على سطحه

شكل:- أوجه القمر وما يمكن أن نراه من القسم المضيء منها خلال شهر.



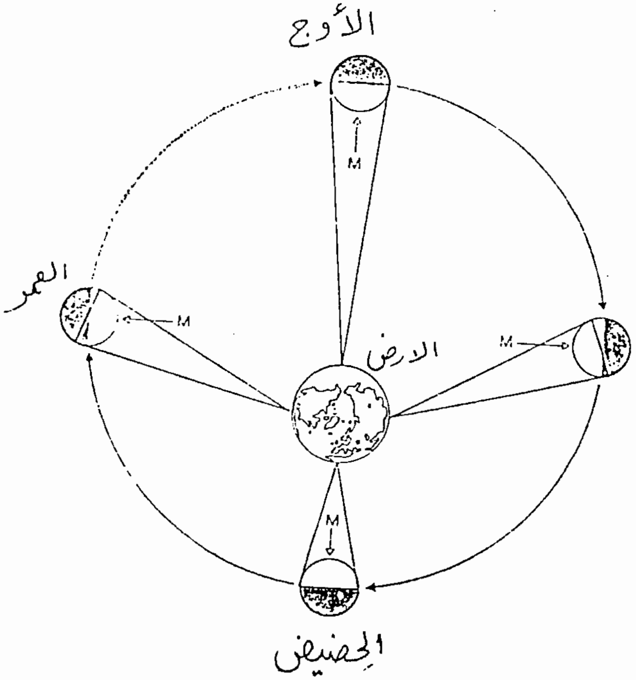
الصافي في أثناء الرصد بالمرقب. واذا حجب القمر نجما خلفه فإن النجم عند احتجابه أو عند ظهوره بعد الاحتجاب يختفي ويظهر فجأة دون التدرج في الاضاءة الذي تحدثه الغيوم.

ونظرا لفقدان الجوّ فإن الحرارة على سطحه تتغيّر تغيّرا كبيرا. فهي تبلغ + ١٢٠ م في الظهيرة و - ١٨٠ في الليل.

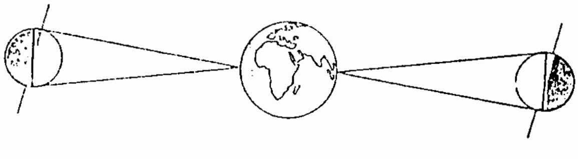
الململة القمرية: ما دام القمر يدير وجها واحدا نحو الارض فمن المتوقع أن لا نرى غير نصف واحد منه هو الذي نسميه النصف المرئي من سطح القمر. لكننا في الحقيقة نرى أكثر من ذلك.

فسير القمر في مداره اهليليجي. وبناء على ذلك فهو أسرع عند الحضيض منه عند الاوج. ولكن دورته حول نفسه ثابتة، وتكون هذه أحيانا أبطأ من سرعته في مداره وأحيانا اسرع، مما يجعلنا نرى ثماني درجات زيادة الى الغرب وثماني درجات زيادة الى الشرق - أي ما مجموعه ١٦ درجة عن النصف المرئي لسطح القمر. وهذه الحركة تسمّى **الململة الطولية**. (أنظر الشكل).

الململة الطولية سببها تغير سرعة القمر ما بين الاوج والحضيض.



وبالاضافة الى ذلك، فإن محور دوران القمر حول نفسه ليس عموديا تماما على مستوى مداره، إنما يشكل ميلا مقداره ١٩ دقيقة و٨٣ درجة. وفي أثناء دورانه يمكننا أن نرى القطب الجنوبي تارة والقطب الشمالي تارة اخرى. ونحن نرى زيادة حول كلّ قطب بمقدار ٥٠ دقيقة و٦ درجات. (أنظر الشكل) وهذه الحركة تسمى الململة العرضية.



وبالاضافة الى ذلك هناك الململة اليومية. وهذه تختلف بحسب حركة المشاهد الموجود على سطح الكرة الارضية الدوارة. ان اختلاف موقعنا على الكرة الارضية يجعلنا لا نرى بالضبط من سطح

القمر حين شروقه ما نراه حين غروبه. لكن هذا كله لا يعمل فرقا اكثر من درجة واحدة.

على أية حال، فاننا نرى نتيجة الململة كلها ٥٩٪ من سطح القمر.

المدّ والجزر: وهي ظاهرة ترتفع فيها مياه البحر وتنخفض مرتين في اليوم غالباً، فالكرة الارضية اذ تدور فان المحيطات تمرّ من تحت القمر، فتؤثر جاذبيته عليها وتشدّ الماء، فيرتفع. والملاحون يعرفون هذه الظاهرة وأثرها معرفة جيدة ويعرفها كذلك من يعيشون على شواطىء المحيطات.

مواعيد شروق القمر وغيابه: شروق القمر وغيابه أمر يهتم به كل انسان. ولكن هذه الظاهرة فيها شيء من التعقيد بسبب الاختلاف في ميل القمر يوما عن يوم (وسبب ذلك هو انحراف مداره عن خط الاستواء)

في غضون شهر واحد يكون القمر شمال خط الاستواء وينزل الى جنوبه يغذّ السير بين الكوكبات بمعدل كوكبة كل يومين. وعندما يكون في نصف الكرة الشمالي فكلما ازداد ارتفاعه في الميل شمالا كلما اقترب من القطب الفلكي الشمالي. عندئذ تطول المدة التي يظلّ فيها فوق الافق. لذلك فكلما زاد ارتفاعه الى الشمال فأنه يشرق باكرا ويغيب متأخرا (هذا بالطبع للمشاهد في نصف الكرة الشمالي). أما العكس فهو ما يحدث للمشاهد في نصف الكرة الجنوبي.

ومع أن الحركة اليومية للنجوم والأجرام السماوية الاخرى تسير نحو الغرب، الا أن القمر يسير ببطء في الجهة المعاكسة (نحو الشرق). ولهذا فانه يستغرق أكثر من يوم واحد ما بين شروقين للقمر (او غروبين، أو عبور القمر عن خط الزوال والعبور الذي يليه). وهذا ما نسميّه **التأخير اليومي**. والنتيجة المشتركة لهاتين الحركتين تصبح كما يلي: التأخير اليومي يجعل القمر يتأخر في الاشراق بمعدل ٥٠ دقيقة كل يوم. وهذا التأخير يتأرجح بحسب مقدار ميل القمر.

وعندما يكون القمر بالقرب من نقطة الاعتدال الربيعي، فان مقدار ميل مداره اليومي يقلّل من التأخير المعتاد في وقت الاشراق (هذا لنصف الكرة الشمالي). ولكن التأخير في الغروب يزداد. وفي نصف الكرة الجنوبي يكون الاثر على العكس. وبالمثل، عندما يكون القمر بالقرب من الاعتدال الخريفي فان اشراقه يتأخر، ويتأخر كلّ يوم بمقدار أكثر. ولكن غيابه يتأخر بمقدار اقلّ (هذا في النصف الشمالي من الكرة الارضية). وعكس ذلك بالطبع في النصف الجنوبي.

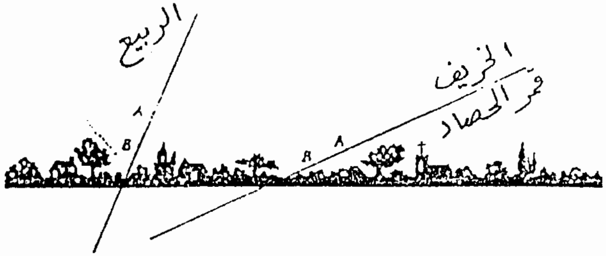
هذه الظاهرة في تغيّر التأخير في أوقات اشراق القمر وغروبه، تحدث كلّ شهر. وهي ملحوظة

جدا في الخريف عندما يكون القمر بدرا في نقطة الاعتدال الربيعي نجد أن شروق القمر تقريبا يحدث في وقت غروب الشمس. ومسار القمر الظاهري يكون الآن موازياً تقريباً للأفق اكثر منه في أي وقت آخر، بحيث ان القمر في الساعة نفسها كلّ ليلة يكون أبعد الى الغرب في خط طوله، الا أنه مع ذلك يكون قريباً من الافق لأيام عديدة متوالية. هذا هو **قمر الحصاد**. وقمر الحصاد يعطينا ليالي مقمرة رائعة. وهو أقرب بدر يحدث في أيلول عندما تكون الشمس في نقطة الانقلاب الخريفي. والبدر التالي يكون شبيهاً به، ويسمونه **قمر الصيادين**.

عملية الاحتجاب: كثيرا ما يحجب القمر عند مروره في السماء نجما أو كوكبا. وبما أن حركة القمر في السماء دائما الى الشرق، فان الجرم المحجوب يختفي خلف طرف القمر الشرقي اوّلاً ثم يظهر من وراء طرفه الغربي. والهاوي بحاجة الى مرصد لكي يرصد هذه الظاهرة، فالعين المجردة لا تعطي الدقة المطلوبة نظرا لوهج القمر. ويجب أن لا ينسى الهاوي أن المنظر مقلوب في العدسة العينية. فما يشاهده في الأعلى هو في أسفل وما يراه في الشرق هو في الغرب.

والاحتجاب يقدم دليلا على عدم وجود جوّ في القمر، كما سبق وقلت. ولرصد ظاهرة الاحتجاب يجب أن تعرف أوقاتها بدقّة من المعاهد الفلكية الكبرى التي توزع جداول عنها. وأشهرها(١) American Ephemeris (٢) Nautical Almanae (London). ويجب أن يكون وقت الاحتجاب معروفاً حتى ثانية واحدة. وقد يحتاج المرء الى تعديل بعض الارقام في هذه الجداول بحسب موقعه ع' الكرة الارضية.

قمر الحصاد



(ان القمر يتحرك على مدار البروج نفس المسافة عمليا)
(كل يوم. لنفرض أنه يتحرك في الشكل من «A» الى «B»)
نلاحظ أن الزاوية بين الافق ومدار البروج تصبح حادة اكثر)
(في أيلول «سبتمبر» ولهذا فإن التأخير اقلّ).

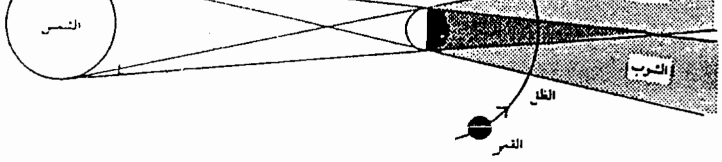
وعملية الاحتجاب متعة كبيرة، ولها متحمسون كثيرون من الهواة.

الخسوف: ان المدار الذي يدور فيه القمر حول الارض هو تقريباً على مستوى المدار الذي تدور فيه الارض حول الشمس، وكلمة تقريبا هنا لها اهميتها. فلوكان مستوى المدارين واحدا بالضبط لوجدنا أن هناك خسوفا قمريا كل شهر كلماكان القمر بدرا، وكسوفا شمسيا كل شهر عندما يكون في المحاق. ولكن مداره ينحرف شيئاً قليلا عن مستّوى مدار الارض. ويتأرجح هذا الانحراف بحيث يمرّ القمر في معظم الاحيان فوق الشمس أو تحتها فتفلت هذه من الكسوف. ويمرّ فوق ظل الارض أو تحته فيفلت هو من الخسوف.

وأوقات الخسوف تنشر عادة في التقاويم الفلكية والمجلات الفلكية الدورية وينتظرها الفلكيون الهواة بفارغ الصبر.

سنرى (الثوب) (Penumbra) – وهي الكلمة التي يستعملها البيروني لما يعرف الآن في الكتب الفلكية بشبه الظل – وقد بدأ يزحف على الطرف الشرقي للقمر. والثوب هذا هو المقدمة التي تسبق الظل العميق. ويكون خفيفا جدا في بدايته بحيث يصعب تحديد طرف له. ويتلوه الظل العميق غازيا ارجاء القمر على شكل قوس دائرة، مقدما لنا الاثبات على كروية الارض لأنه ظلها. والعين المجردة ترى الظل حاداً ذا خط فاصل. لكن بمرقب صغير لا يبدو هذا الحدّ الفاصل، إنما يبدو متخالطا ومندمجا بالثوب. واذا كان الخسوف كليّا فإن تقدم الظل يمتّد حتى يغمر قرص القمر كله. والمنظر في الواقع أجمل مما يتصور القارىء وان كان الناس يتطيرون به. والقمر لا يختفي كله في الخسوف الكلي، انما يكتسي بلون نحاسي مكمد ويصبح غير واضح المعالم. هذا اللون راجع الى ما ينعكس من جوّ الارض عليه من أشعة الشمس.

نظرية خسوف القمر



واذ يبدأ الخسوف بالانجلاء ينزاح الظل والثوب من الناحية التي ابتدأ منها. ورصد القمر في الخسوف يمكن ان يتم بأي آلة شئت، حتى بالعين المجردة. فهو جميل في كلّ أنواع الرصد. ولديك وقت طويل لرصده فأن كليّة الخسوف تتراوح بين ١٠٠ دقيقة الى ٢٢٠ دقيقة. وهو ليس ككسوف الشمس الذي يستغرق بضع دقائق فقط. فخسوفات القمر على العكس ترى في نصف الكرة الارضية التي يكون القمر مشرقاً عليها، بل هو يرى في الواقع في أكثر من النصف، اذ يشرق في أثناء خسوفه على أماكن جديدة من الارض الدوارة زيادة عن النصف الذي بدأ به.

جغرافيا القمر

من أشدّ المناظر متعة في المرقب أو المنظار، رؤية سطح القمر. حتى الفلكي الممارس ذو الخبرة الطويلة يتوق الى إلقاء نظرة بين الحين والآخر الى هذا العالم الجديد. ان أمامك كرة مجسمة فيها مختلف التضاريس، من فوّهات متباينة وجبال ووديان وسهول واسعة وضيّقة، من كل شكل يمكن أن تتصوره من انخفاض الارض وارتفاعها. وهذا العالم واضح وضوحاً غريبا. فليس فيه ابخرة أو غبار أو غيوم تعكر صفاء الرؤية. لكن عدم وجود هذه الظواهر له دلالة أخرى، هي عدم وجود الحياة فيه. عالم جميل جدّاً ولكنه ميت.

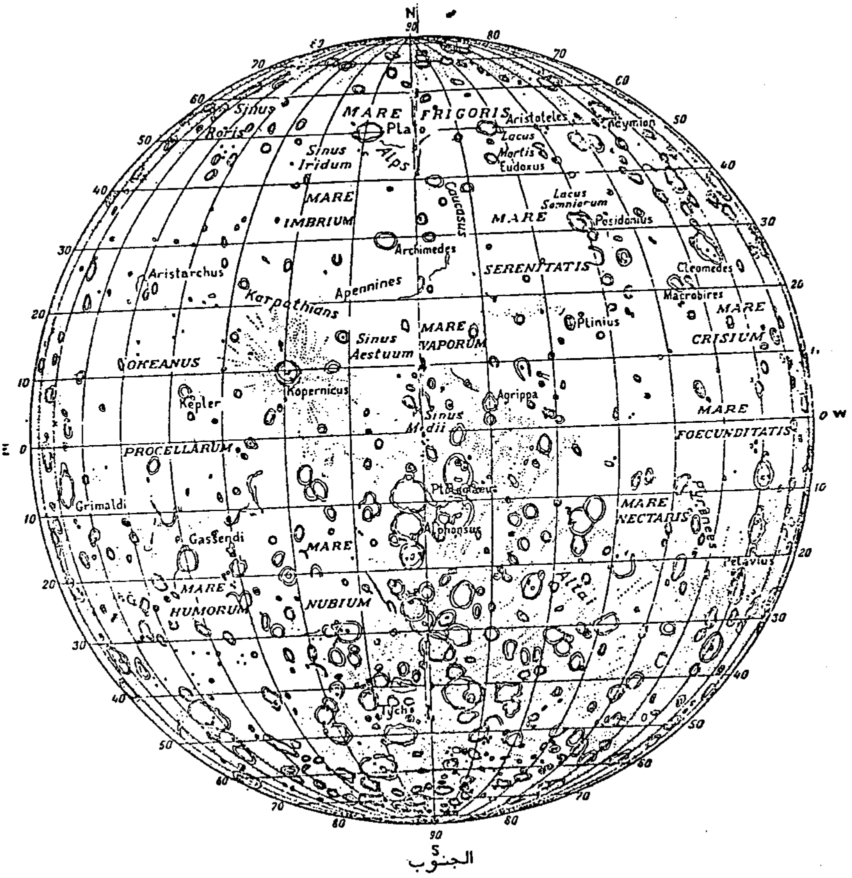
ويتجلّى لك جمال القمر اذا رصدته عند الحدّ الفاصل بين النور والظلمة فيه. عند هذا الخط تكون أشعة الشمس المشرقة عليه أو الغائبة عنه، مائلة وتعطي ظلالا طويلة للتضاريس تجعلها جلية واضحة. غير أن البدر المكتمل يخيّب ظنّ الناظر اليه، فتبدو التضاريس فيه باهتة لاجمال فيها.

ولك أن تستعمل أي آلة للرصد. فالمنظار اذا كان تكبيره ١٠ — ٢٠ سيظهر لك مئات الاشياء، لكنها ستكون صغيرة بالطبع. لكن انصافا لقمرنا العزيز علينا أن نستعمل مرقبا صغيرا ٣ — ٤ بوصة. أما اذا استعملنا عاكسا ٦ بوصة فستتكشف لنا تفاصيل رائعة. إنّ تكبيرا قدره ٦٠ — ٨٠ مرة كاف لدراسة كثير جدا من التفاصيل فيه.

والحقيقة التي يجب أن لا ينساها الهاوي هي أن كل المراقب تعطينا الصورة مقلوبة رأساً على عقب. وتجد هنا في الخرائط التي أضعها لك ما هو مقلوب كما يبدو في المرقب وبعضها في وضع صحيح كما تراه بالعين. لهذا المطلوب منك ان تنظر في كل خريطة الى الجهة التي كتب عليها الشمال وتلك التي كتب عليها الجنوب.

<u>البحار القمرية</u>: هي البقاع الدكناء على سطح القمر وهي معتمة بالنسبة الى التضاريس الاخرى. وهي بالطبع سهول لاماء فيها. وقد أطلق الاسم عليها الفلكيون الاوائل حين ظنوا أنها بحار

١.



خريطة للقمر على عكس ما يبدو في المرقب. يرى قطب القمر الشمالي الى أعلى والقطب الجنوبي الى اسفل. كما أن الغرب الى اليمين والشرق الى اليسار. الارقام المكتوبة حول الدائرة هي خطوط العرض القمرية. قد نحتاجها للاستدلال على بعض المعالم فيما يلي.

حقيقية عندما رأوا لونها القاتم. ويبدو سطحها في المنظار الصغير مستويا، لكنناكلما زدنا التكبير وجدنا مرتفعات ومنخفضات وأخاديد.

وأكبر البحار هو محيط العواصف (Oceanus Procellarum) ويفتح فيه من الجنوب بحر الامزجة (Mare Humorum) ٤١٥×٤٥٠ كم. ويفتح فيه أيضا بحر الغيوم (Mare Nulrium).

والخليج الاوسط (Sinus Medii) بقعة دكناء في منتصف قرص القمر تفتح أيضاً في محيط العواصف.

أما بحر الامطار (Mareimbrium) فهو اكبر البحار ١٢٠٠ × ١٠٧٠ كم وتحيط به من ثلاث جهات ثلاث سلاسل من الجبال – الألب والابنين والكربات. وتفصله جبال الالب شمالا عن بحر البرد (Mare Frigonis) ويتصل شرقا مع محيط العواصف ويندمج فيه. وفي شاطئه الشمالي الشرقي خليج قزح (Sinus Iridiam) الذي تحده منطقة صخرية وعرة يبلغ ارتفاعها حتى ٤٥٥ مترا.

وأوضح بحار القمر هو بحر الشدائد (Mare Crisium) لأنه منعزل وحده في الغرب ٥٦٠ × ٤٨٠ كم، ويرى جلياً بالعين المجردة.

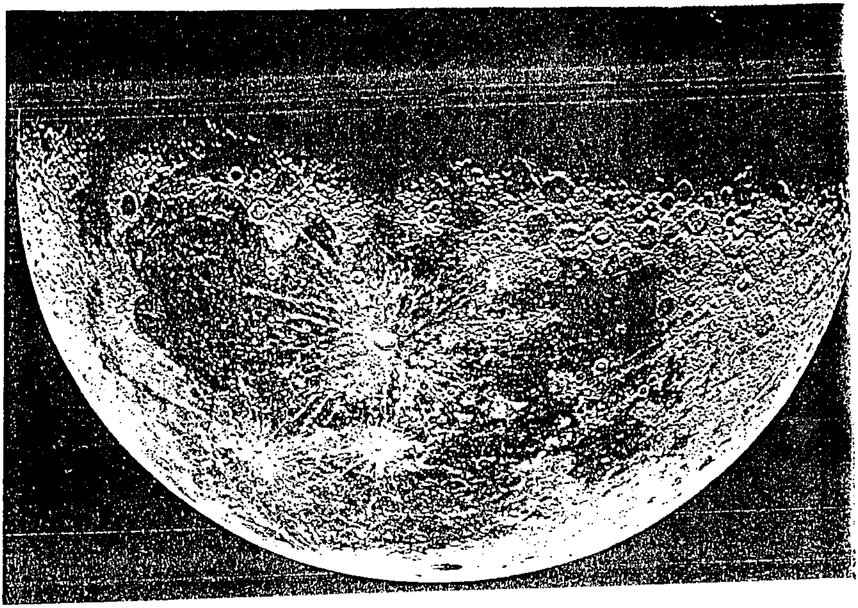
وبحر الاخصاب (Mare Feconditatis) الى الجنوب من بحر الشدائد. وهو غير واضح الحدود يفتح شمالا في بحر الهدوء أيضا، وجبال البرينيز هي حدوده الغربية.

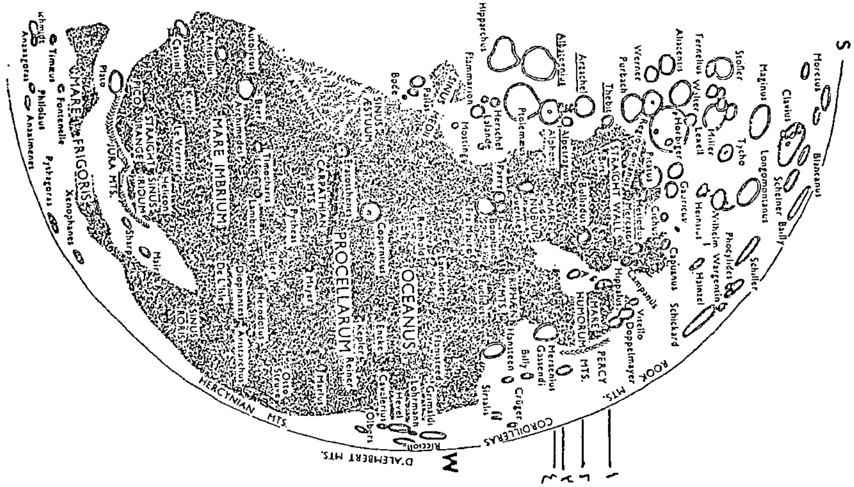
وبحر الهدوء نفسه من البحار الكبيرة (Mare Tramquiuitatis) يفتح فيه من الجنوب بحر الاخصاب وبحر الرحيق (Mare Nectaris) وشاطئه الشمالي الشرقي منحن يسمى مستنقع النوم (Paulus Somni).

ومن أبرز المعالم على سطح القمر بحر الصفاء (Mare Sereuitatis) والرحلة حول شاطئه تستغرق ٢٩٦٠كم، ويفتح فيه من الجهة الشمالية بحيرة الاحلام (Lacus Somniorum).

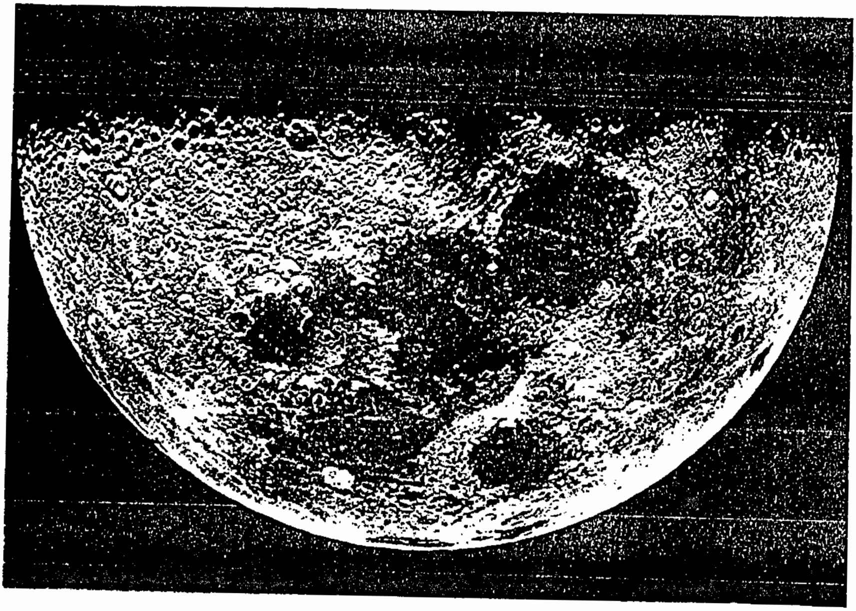
جبال القمر: هناك سلاسل عديدة من الجبال في أنحاء مختلفة من سطح القمر المرئي. ولكي ادلّ القارىء عليها ارجو الرجوع الى الخريطة صفحة ٢٠٩ لكي اذكر له موضعها بحسب خطوط العرض المرسومة حول الكرة القمرية.

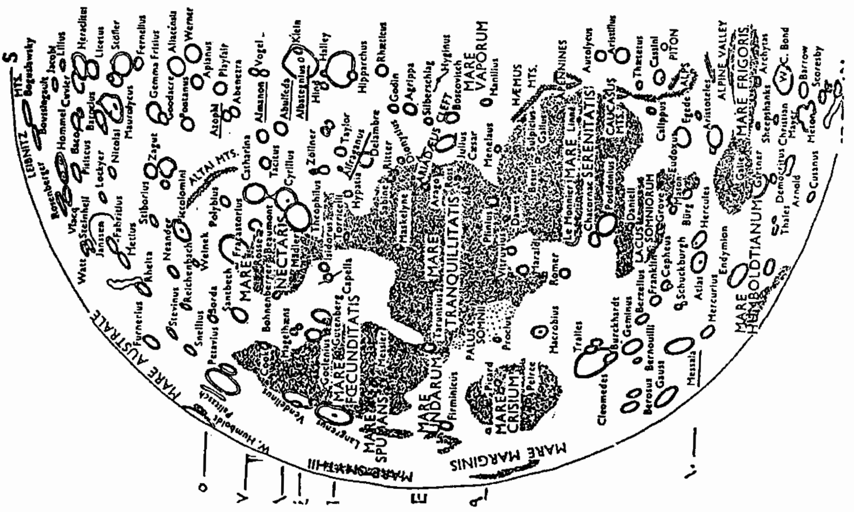
صورة وخريطة للنصف الغربي للقمر. اعلى الصورة هو الجنوب. الخريطة تشرح الاسماء في الصورة. المناطق المعتمة هي البحار. الدوائر هي الفوهات. الخطوط التي تشبه الاغصان هي الجبال.





صورة وخريطة النصف الشرقي للقمر. أعلى الصورة هو الجنوب. أسفلها الشمال. المناطق المعتمة هي البحار. الدوائر هي الفوهات. الخطوط التي تشبه الاغصان هي الجبال.





١) جبال رفين (Riphaen Mts) في محيط العواصف. على خط عرض ١٠ جنوب خط الاستواء.

٢) جبال الكربات (Carpathian Mts) هي الحدود الجنوبية لبحر الامطار، ما بين ٢٠ – ٣٠ شمال خط الاستواء

٣) جبال الابنين (Apennine Mts) تبدو وكأنها تكملة لسلسلة جبال الكربات الى الغرب. وهي أضخم سلاسل الجبال في القمر، تحيط ببحر الامطار من الجنوب وتلفّ حوله الى الغرب مسافة ٨٠٠ كم. وترتفع الى علو ٥٥٥٠ مترا. ومنظرها من اجمل المناظر في القمر. وتكبيرها يرينا انها مشقّقة بوديان وأخاديد ترتفع بينها قمم شاهقة. موقعها بين ٢٠ – ٣٠ شمال خط الاستواء.

٤) جبال الالب (Alps Mts) هي الحدود الشمالية الغربية لبحر الامطار. وأعلى قمة فيها هي الجبل الابيض (Mt Blanc) وعلوها ٣٦٠٠ متر. ويشق هذه السلسلة واد عظيم طوله ١٣٠ كم وعرضه ٦ – ١٠ كم يصل ما بين بحر الامطار وبحر البرد، بين ٤٠ – ٥٠ شمالي خط الاستواء.

٥) جبال القوقاز (Caucasua Mts) تقع على الحدود الشمالية الشرقية لبحر الصفاء، وفيها قمم تتراوح ما بين ٣٦٤٠ – ٥٤٦٠ مترا. ٤٠ – ٣٠ شمالا.

٦) جبال هيموس (Haemua Mts) تحد بحر الصفاء من الجنوب الشرقي. من ١٠ – ٢٠ شمال خط الاستواء.

٧) جبال البيرنيز (Pyrenees Mts) هي الحدود الغربية لبحر الرحيق. من ١٠ – ٢٠ جنوبا.

٨) جبال التاي (Altai Mts) يبلغ طولها ٤٨٠ كم. ويصل ارتفاع القمم فيها الى ٣٩٠ مترا. وجهها الغربي انحدار شديد، من ٢٠ – ٣٠ جنوب خط الاستواء.

ولكن أعلى جبال القمر هي جبال ليبنتز (Leibnitz Mts) ونحن لا نرى الا جزءاً بسيطا منها لأنها تقع قرب القطب الجنوبي للقمر. وفيها أعلى القمم القمرية التي تبلغ ٩٠٠٠ متر. لذلك فهي أعلى من جبال افرست. ويمكن رؤيتها بوضوح عند الربع الاول وعندما يكون القمر بدرا.

الفوهات القمرية: ان أول ما يسترعي انتباهك عندما تنظر الى القمر في المرقب، هذا العدد الغفير من الفوهات التي تملأ سطح القمر، وخاصة النصف الجنوبي من الوجه المرئي أمامنا، وهي تختلف في حجومها اختلافا كبيرا. ان فوهة كلافيوس قطرها اكثر من ١٥٠ كم. وهناك أصغر وأصغر

بالقدر الذي يسمح لك به مرقبك. والاقمار الصناعية التي هبطت على القمر بيّنت لنا أن هناك فوهات قطرها حتى بوصة واحدة أو أقلّ.

والفوهة الكبيرة التي نراها بالمرقب تتكون من مساحة من الارض، نسمّيها سهلا، تحيط بها سلسلة من مرتفعات على كل دائرة. وفي معظم الفوهات يكون الشكل المحصور داخل الحلقة على مستوى ينخفض عن مستوى الارض المحيطة بالفوهة. وكثير منها في وسطه قمة جبلية مرتفعة، مثل كوبر نيكس وتايخو. وقد نجد فوهة أو فوهات صغيرة داخل فوهة كبيرة أو في حلقة المرتفعات التي تحيط بها.

والاشعة البراقة هي خطوط ضيقة متقاربة من الضوء اللامع تنطلق عادة من احدى الفوهات وترى حتى بأصغر العدسات. وبعضها يمتد مئات الاميال قبل أن يضيع أثره. وترى أحسن ما ترى عندما يكون القمر بدرا. ومن الفوهات التي تصدر منها هذه الاشعة تايخو وكوبر نيكس وارستاركوس.

الا أن تلك الصادرة من تايخو هي اطولها واجملها، فهي تتجاوز في مداها الحدود الخارجية لبحر الرحيق. وتظهر ببريقها في قعر الفوهات التي تمرّ عليها. أما عند مرورها بالبحار فإن لمعانها يتضاءَل.

بعض الفوهات: لقد سميت معالم القمر كلها في القرن السابع عشر وما بعد وذلك بعد أن أصبح استعمال المرقب شائعا وأخذ الفلكيون يرون التضاريس بدقّة. وقد اختصوا الفوهات بأسماء علماء كبار ممن كان الفلكيون ينظرون اليهم نظرة متميزة. ونجد على سطح القمر المرئي ثلاثة عشر اسما عربيا أو مسلما. كما أن الاتحاد السوفييتي عندما صوّر الوجه الخفيّ للقمر أضاف أسماء علماء لم يكونوا قد ذكروا على الوجه المرئي. ونال العرب والمسلمون من هذه الفوهات خمسة أسماء، سنذكرهم في حينه.

ولأبتدىء بالاسماء العربية والاسلامية: انما الذي اريد ان الفت الانتباه اليه هو انني حاولت ان ادلّ القارىء على مواضع هذه الفوهات بأن وضعت خطا على طرف الخريطة في صفحة (٢١١) و(٢١٢) ووضعت رقما على الخط. الرقم هو الذي اعطيته للفوهة. اذا مددت الخط الى داخل الخريطة ستجد الفوهة المطلوبة:–

١) Thebit – هو ثابت بن قرّة، من القرن التاسع الميلادي. وهو رقم (١) في الخريطة صفحة ٢١١

٢) Arzachel الزرقالة – وهو ابو اسحق ابراهيم بن يحى، اشهر الفكليين المسلمين في الاندلس في القرن الثاني عشر. تتميز الفوهة بقمة مرتفعة في الطرف الغربي من السور، علوّها أكثر من خمسة كيلومترات.

٣) Alpetragius – البطروجي، وهو أبو اسحق نور الدين البطروجي من علماء الاندلس في علم الهيئة في القرن الثالث عشر.

٤) Albategnius – أي البتاني – وهو أبو عبد الله البتاني واضع زيج الصابي. عاش في القرن العاشر الميلادي. قطر الفوهة حوالي ١٠٠ كم. سورها عريض جدا، لكنه ممزق نتيجة انفجارات أو اصطدامات عديدة. اعلى قمة في السور علوها أكثر من خمسة كم. فوهة البتاني تظهر في الخريطتين ص ٢١١ و٢١٢ – تحت رقم ٤ .

٥) Azophi – الصوفي. وهو أبو الحسين عبد الرحمن بن عمر الرازي الشهير بالصوفي، صاحب كتاب الكواكب الثمانية والاربعين عاش في القرن العاشر الميلادي.

٦) Alfarganus– الفرغاني – هو أحمد بن محمد بن كثير. فلكي شهير في القرن التاسع الميلادي. تتميز الفتحة بشدة لمعانها على صغرها.

٧) Almanon – المأمون. ويقصد بالاسم الخليفة المأمون. وكثير من الكتب تخطىء في إملائها فتكتبها المأنون. والفوهة الى الجنوب من فوهة أبي الفدا والى الشمال من فوهة الصوفي. والفوهة واضحة المعالم في الربع الاول.

٨) Abulfeda – إن هذا العالم مؤرخ وليس فلكيا. ما سبب اطلاق اسمه على فوهة؟ لا أدري.

قطر الفوهة ٦٥ كم. بينها وبين فوهة المأمون صف من الفوهات الصغيرة جدا التي تبدو وكأنها شق. ترى واضحة في الربع الاول.

٩) Alhazen – المقصود أبن الهيثم – وهو الحسن بن الحسن بن الهيثم. بصري، نزل مصر في القرن الحادي عشر الميلادي. الفوهة على الطرف الجنوبي لبحر الشدائد.

١٠) Messala – المقصود ما شاء الله البصري. يهودي. عاش في بلاط الخلفاء العباسيين الاوائل. توفي حوالي ٨١٥ م.

١١) Geber – المقصود جابر بن الافلح – ولد في اشبيلية في أواخر القرن الحادي عشر ومات في قرطبة. كان رياضيا وفلكيا كبيرا. اشتهر بتفسير المجسطي. الفوهة غير موجودة في اي من الخريطتين انما موضعها بين فوهة المأمون وفوهة أبي الفدا. على الخريطة ٢١٢ .

١٢) Nesireddin – أي نصر الدين الطوسي. موقع الفوهة الى الشمال من تايخو.

١٣) Ulug Beigh – هو الغ بيك بن شاه روخ بن تيمور. سلطان هراة من القرن الخامس عشر. اشتهر بالزيج السلطاني. موقع الفوهة في الشمال على امتداد بحر البرد الى جنوب فوهة اريستاركوس.

أما بشأن الفوهات الاخرى، فلا بأس أن اذكر أن جريمالدي وريكيولي هما من اوائل من وضعوا خريطة للقمر. وحين اختارا أسماء الفوهات استأثرا بأكبر فوهتين على سطح القمر.

– Riccioli ريكيولي، اقصى الفوهات في الشرق، قطرها ١٧٠ كم.

– جريمالدي Grimaldi ٢٤٠ × ٢١٠ كم ومن الفوهات الجميلة :–

– Aristarchus ارستاركوس، من اكثر الفوهات بريقا، في محيط العواصف. تنطلق منها أشعة براقة حين يكون القمر بدرا. قطرها ٤٨ كم، سورها ٢١٠٠ متر.

– Kepler كبلر. في محيط العواصف. منطلق لاشعاع كبير. احسن الرؤية عند البدر.

– Copernicus كوبرنيكس، من أجمل الفوهات. القطر ١٠٥ كم. السور ٣٦٠٠ متر. في البقعة اللامعة من بحر الامطار. منطلق اشعة براقة. احسن الرؤية عند الحد الفاصل.

– Plato افلاطون. واضحة جدا في الشاطىء الشمالي لبحر الامطار. قطرها ٩٦ كم.

– Archimedes ارخميدس، القطر ٨٠ كم سور منخفض ضخم، ارتفاعه ١٥٠٠ متر.

– Tycho تايخو، مركز اكبر الاشعة وأشدها بريقا.

– Aristotle ارسطاليس. على شاطىء بحر البرد، القطر ٨٠ كم. أما الفوهات التي سماها السوفييت بأسماء عربية أو أسلامية فهي :–

١) Avicenna ويقصدون الرئيس الجليل ابن سينا

٢) Abulwafa أبو الوفا، وهو أبو الوفا البوزجاني محمد بن احمد، بن محمد يحيى بن اسماعيل بن العباس. عالم شهير في الفلك والرياضيات، القرن العاشر.

٣) Albiruni البيروني – وهو أبو الريحان محمد بن أحمد البيروني صاحب القانون المسعودي.

٤) Ibn Yunus ابن يونس. وهو ابن يونس المصري واضع الزيج الحاكمي، ويعتبره سارتون من فحول العلماء. وقد يكون اعظم فلكي ظهر في مصر في القرن العاشر الميلادي.

٥) Khayyam اي عمر الخيام. وهو نفسه صاحب الرباعيات المشهورة وكان رياضيا وفلكيا عظيما. توفي سنة ١١٢١م.

الفصل الاربعون

الكويكبات

في النطاق الواسع من النظام الشمسي الواقع بين مداري المريخ والمشتري. تدور حول الشمس في مدارات اهليليجية واسعة. آلاف الاجرام الصغيرة – تسمّى الكويكبات. وهي تدور في الموقع الذي يشير قانون بود الى وجود كوكب، لكن الفلكيين لم يعثروا عليه وانما عثروا على هذه الكويكبات.

إنها عوالم صغيرة قاحلة، وهي لصغرها ليس فيها من الجاذبية ما يشدّ اليها جوّا ولا ماء، ودرجة الحرارة فيها يجب أن تكون حوالي الصفر المطلق، ومن المفروغ منه أنه لا يمكن أن توجد عليها حياة.

والكويكبات دائما أبعد من أن ترى بالعين المجردة، عدا واحد منها قد يرى في ظروف جيدة وأوقات مناسبة. الا أنه ليس من الصعب على الهاوي ان يعرف مواقع بعضها فيجدها ويراها بتكبير بسيط، حتى بمنظار، ثم يتتبعها ليلة بعد ليلة طوال الفصل الذي تكون ظاهرة فيه.

مداراتها: والنطاق الذي توجد فيه هذه الاعداد الهائلة من الاجرام الصغيرة، عرضه ١٧٥ مليون كم – ما بين ٣٢٠ مليون من – ٤٩٥ مليون كم في بعده عن الشمس. وحتى في هذا النطاق فان الكويكبات لا تنتشر بانتظام معين. فهناك بعض المواضع التي تخلو منها وهي التي تتفق مع الرنين الجاذبي للمشتري.

وبعض الكويكبات تنحرف عن هذا النطاق انحرافا كبيرا، فتستطيع باهليليجيتها الكبيرة ان تقترب من الزهرة والارض وحتى عطارد. وفي سنة ١٩٣٧ وصل الكويكب هيرمس (Hermes) الى بعد ٧٨٠٠٠٠ كم من الارض.

وأبعد كويكب معروف عن الشمس هو شيرون (Chiron) الذي اكتشف سنة ١٩٧٧ . وله

مدار بين زحل واورانوس. أما اكثر الكويكبات شذوذا في مدارها فهو هيدلجو (Hidalgo) اذ يصل في حضيضه الى ٣٠٠ مليون كم من الشمس ويصل في اوجه الى بعد ١٤٥٠ كم، أي يكاد يصل مدار زحل.

والكويكبات الطروادية: هي مثل آخر على الكويكبات التي تدور خارج النطاق الرئيسي. وقد سميت بهذا الاسم (Trojan Asteroids) لان اجرامها تحمل أسماء أبطال طروادة. وهي مركزة حول مدار المشتري في نقطتين ثابتتين – احداهما تتقدم على المشتري بستين درجة وفيها حوالي ٣٥٠ كويكباً، والاخرى تتبع المشتري وتتأخر عنه بستين درجة وفيها ٣٥٠ كويكباً. أي أن مجموع الكويكبات ٧٠٠ .

ومن المتفق عليه ان يكون قمرا المريخ فوبوس وديموس كويكبين اسرهما المريخ بجاذبيته. والشيء نفسه يقال عن كواكب المشتري الخارجية وعن القمر فيبي (Phoebe) في زحل وعن نيريد (Nereid) في اورانوس.

وعلى العموم، فإن الكويكبات تدور بانحراف مقداره ٧ درجات عن مدار البروج، ولكن مداراتها أشدّ تفلطحا واهليليجية من الكواكب السيارة.

أعداد هائلة: لقد تمّت تسمية حوالي ٢٣٠٠ كويكب وهناك ١٠٠٠ لم توضع لها أسماء بعد، فبمجرد اكتشاف كويكب للمرة الاولى لا يعطى تسمية الا بعد أن يكمل على الاقل دورة واحدة حول الشمس. لكن هناك بضعة آلاف تنتظر الاكتشاف والتسمية. ويقدر أحد الفلكيين العاملين في مرصد جبل بالومار أن هناك ٥٠٠٠٠٠ كويكب ذات قدر اكثر من القدر ٢١,٢ في أثناء التقابل. وبالاضافة الى ذلك فان الكويكبات التي يزيد قطرها عن كيلومتر واحد يقدر عددها بحوالي ٤٠٠٠٠٠ كويكب.

الكويكبات الاربعة الكبرى:–

سيريس (Ceres) اكتشفه الفلكي بياتسي سنة ١٨٠١، قطره ١٠٠٠ كم وهو أكبرها. معدل قدره في اثناء القابل ٧,٤

بالاس (Pallas) اكتشفه الفلكي اولبر سنة ١٨٠٢ . قطره ٦١٠ كم معدل قدره في التقابل ٨

جونو (Juno) اكتشف سنة ١٨٠٤ قطره حوالي ٢٠٠ كم. قدره ٨,٧

فيستا (Vesta) قطره ٥٤٠ كم، قدره في التقابل ٦,٥

ومعدل الانعكاس عن سطوح هذه الكويكبات ضعيف جدا، ولهذا لا تبدو وضاءة بين النجوم، اللهمّ سوى فيستا فهو أفضلها عكساً لما يقع عليه من الضوء ولهذا يبدو لامعا.

على أية حال فأن اقدار الكويكبات تتغير دائما بحسب موقع الكويكب من الارض والشمس. ولهذا لا يمكن أن نعطيها قدرا ثابتا.

رصد الكويكبات: يجب أن يكون لديك دليل يعطيك أين ومتى ترصد كلّ كويكب – على الاقل الكويكبات الاربعة الكبرى. وهناك دليلان شهيران باللغة الانجليزية هما:

1 - American Ephemeuis & Nautical Almanac of U.S Naval Observatory
2 - Nautical Almanac - London

وبالاضافة الى ذلك، فإن الكتاب السنوي الذي تصدره الجمعية الفلكية البريطانية يحدد مواقع الكويكبات الاربعة الكبرى.

- Hand Book of The British Astronomical Association

فاذا استطعت ان تحصل على احد هذه الكتب فستجد أنه يحدّد لك موقع الكويكب من وضع رقم الميل ورقم الصعود المستقيم. واذا عرفت هذين الرقمين فعليك ان تلجأ الى اطلس حديث نسبياً. إن الاطلس القديم لا يعطيك المواقع بدقّة، وذلك لان تقدم الاعتدالين قد غيّر من دقّة هذه الارقام. ومن المستحسن في هذه الحالة أن تصوّر الخريطة فوتوكوبي، وتأخذ بتحديد المواقع بحسب ما هي واردة في الدليل. واذا حددت عددا من المواقع، صل بينها بخطّ. فالكويكب سيكون على هذا الخط. وأنت يمكنك أن تأتي في أيّ وقت قبل أو بعد الوقت الذي أعطاه لك الدليل، فتعرف موضع الكويكب على الخط بعد أو قبل الموعد بحسب ما تجد مناسبا.

ومن المهمّ قبل أن تبدأ بالرصد ان لا تنسى اذا كنت تراقب في مرقب، أنك سترى الصورة مقلوبة في العدسة العينية رأسا على عقب. ولهذا عليك أن تقلب الخريطة التي كنت قد أعددتها.

وبما أنك سترصد في الليل طبعا، فلكي ترى الخريطة بوضوح دون أن يؤثر نور المصباح اليدوي على بؤبؤعينيك، أحضر مصباحا يدويا يضيء لك باللون الاحمر – إما أن تكون زجاجته حمراء أو أن تغطيها بورقة سيلوفان ذات لون احمر. المهم أن ترى الخريطة دون أن ينقبض بؤبؤعينك من اللون الابيض من الضوء.

عيّن المع نجم قريب من موضع الكويكب، ثم حرّك العدسة نحو الكويكب. وفي غضون دقائق

قليلة تكون قد وجدته. واذا تابعته في الليالي القادمة ستلاحظ تغير موضعه في كلّ ليلة عن سابقتها. أما اذا كنت قد وصلت الى نقطة يصبح فيها الكويكب في نقطة تحيّر، فستجد أنه يأخذ بالتراجع في اتجاهه الى اتجاه معاكس. وسيمكث هذا حتى ينقضي وقت التحير فيعود القهقرى الى اتجاهه الاصلي. وقد يستغرق هذا بضعة أسابيع أو بضعة شهور أحيانا.

والكويكبات في المرقب ليست منظرا يلفت الانتباه كثيرا. فهي لا تتميّز عن النجوم المساوية لها في القدر، الا أنها ربما كانت أقلّ تألقا، وقد يكون لبعضها الوان مميزة مثل فيستا ذي اللون البرتقالي أو الزهري. غير أن حركة الكويكبات اليومية بين النجوم هي المميزة البارزة لها.

على أية حال فإن بعض الهواة يجدون متعة كبيرة في التعود على اكتشاف مواضعها وتتبعها – هذه الاجرام التي لا يكاد يبلغ قطرها ١٠٠ – ١٥٠ كم في الغالب والتي تبعد عنا حوالي ٤٠٠ مليون كم، والتي يبلغ عددها حوالي نصف مليون على التقدير.

أصل الكويكبات: لا يزال اصل هذه الاجرام موضع بحث طرحت فيه وجهات نظر متعددة. فقد قال الفلكي الالماني اولبر في القرن التاسع عشر أن هذه الاجرام ما هي الا بقايا كوكب انفجر لأسباب غير معروفة. وقد وجدت هذه النظرية دعمًا لها من الفلكي الامريكي (اوفندين) الذي قال بأن الكوكب المنفجر كان ضخما ويبلغ ٩٠ مرة من كتلة الارض، وأن الانفجار حدث قبل ١٦ مليون سنة.

بينما قال الفلكي السويدي (الفن) سنة ١٩٦٤ أن هذه الاجرام هي مادة كانت في حالة تجمّع لكي تصنع كوكبا، ففشلت، وبقيت كما هي الان.

على ان معظم الفلكيين يعتقدون أن الكويكبات ما هي الا تكاثف من السديم البدائي الذي تشكلت منه المجموعة الشمسية، ولم تنجح في أن تتجمع في كتلة واحدة لكي تصنع كوكباً.

الفصل الحادي والاربعون

الشهب والنيازك

خلال الفضاء الواسع بين الكواكب في النظام الشمسي هناك قطع صغيرة لا حصر لها من الحجارة والحديد، تدور حول الشمس في مدارات اهليليجية. ويبدو أن بعضها قد جاء من أعماق الفضاء الفلكي. وتكون هذه القطع على المعدل في حجم بضعة حبيبات من الرمل ولكن منها ما هو ضخم يزن أطنانا.

واكثر من مائة مليون قطعة منها تسقط على الارض كلّ يوم، منصبّة في تيار متواصل في الجوّ. ولو لم يكن هناك غلاف من الهواء يحيط بنا لامتلأ سطح الارض من انهيالها، وهذه القطع عند سقوطها تسمّى الشهب، لأننا نراها للحظة صغيرة عندما تهوي في الجو وتتبخر سطوحها من جرّاء احتكاكها بالهواء، فتصدر غازا مشتعلا يبدو أكبر من الجسم الاصيل. وهي اذ تتبخر او تحترق تتحول الى رماد من جرّاء الحرارة المتولدة من الاحتكاك. ويترسب هذا الرماد من الجو ويسقط على الارض دون أن نحسّ به. وتنتهي حياة الشهاب بعد ومضته الخاطفة.

ونحن نرى قليلا من هذه الشهب. والانسان اذا راقب طوال الليل فإنه يرى خمسة منها تقريبا. أما الكمية الهائلة التي لا نراها فهي تلك التي تقع في المحيطات والصحارى وأماكن غير مأهولة اخرى من بقاع الارض الواسعة. ونحن لا نلاحظ القريبة منا اذا كانت وراء الغيوم أو عندما تسقط في وضح النهار. والشهب اللامعة هي التي ترى بالعين المجردة. هذا الى أن الرصد لا يرى منها الا ما لمع أمامه في اللحظة نفسها – كل هذا يقلل من العدد المعطى عن الشهب المرصودة.

وفي بعض الاحيان قد يكون احدها مضيئا بحيث يرى في النهار. وقد ينفجر أثناء مروره في مساره. واذا وصلت قطعة من مادة هذا الشهاب الى الارض فإنه يسمّى عندئذ نيزكا.

ويبدو أن آلاف الملايين من الشهب تسير معاً في الفضاء في مدارات، وجد أنها في بعض

الحالات مدارات مذنبات. قد تكون هذه المذنبات لا تزال موجودة أو غير موجودة. لكن هناك دليلا على ان هذه الشهب هي من بقايا المذنبات التي تحللت ثم تفتتت وانتشرت بقاياها من مادة المذنب على المدار الذي كان يسير فيه.

على أية حال، فان الارض اذ تقطع مدارا فيه هذه الاسراب من الشهب فإن آلافا من هذه القطع الصغيرة تسقط على الجوّ لتنتج ما يسميّه الفلكيون زخة شهب. وأشهر الامثلة على ذلك زخة شهب حدثت سنة ١٨٣٣ ميلادية. وقد قالت احدى محطات الرصد عنها ان عدد ما سقط منذ منتصف الليل حتى الفجر من تلك الليلة بلغ ٢٥٠٠٠٠ شهابا.

واذا حاولت ان ترسم خريطة للشهب في زخة مماثلة، فستجد اذا تتبعت مصدرها أنها تنطلق تقريبا من نفس القسم من السماء. وتأخذ الزخّة اسمها عادة من الكوكبة التي تنطلق منها أو من حولها. والزخة الشهيرة التي ظهرت سنة ١٨٣٣ انطلقت من كوكبة الاسد، ولهذا اصبحت تعرف **بالأسديات**.

وهذه الكوكبة التي تنطلق منها الشهب لا علاقة لها بالشهب اطلاقا سوى اعطاء اسمها لها. فالانطلاق يكون في جو الارض من الناحية التي تبدو فيها الكوكبة. والشهب تظهر في الجو على ارتفاع ٧٠ كم – ١١٠ كم، بينما النجوم في الكوكبات تبعد آلاف الملايين من الكيلومترات. ومصدر الاشعاع الشهابي يبدو لنا لأن الشهب تدخل في الجو في اتجاهات متوازية من هذه النقطة من السماء. ومثلنا في ذلك عندما نقف وسط خط سكة حديد مستقيم طويل وننظر الى امتداده، فاننا نرى أن الخطين الحديديين في المدى البعيد يكادان يلتقيان في نقطة واحدة.

والاسديات زخة نموذجية في اختلاف شدتها، فموعدها أن تظهر في كلّ سنة في تشرين الثاني الذي يحدث عندما تتقاطع الأرض في قسم من مدارها مع ممرّ سرب من الشهب. كان التقاطع يحدث كلّ ٣٣ سنة، بينما جزء رئيسي من السرب في نقطة التقاطع، فتحدث عندئذ زخة كبيرة. ومن الواضح أن الشهب لا تنتشر بتناسق في مدارها، حتى أن الجزء الرئيسي من السرب يمكن أن يختلف موعد ظهوره لحدوث تغيرات في مساره من اثر شدّ الجاذبية الواقع عليه من الكواكب. وقد أخذت الاسديات تفشل في القرن العشرين، فلم يعد يظهر لها ذلك العرض الرائع الذي حدث سنة ١٨٣٣ و١٨٦٦ .

والزخات الشهابية الاخرى المماثلة لم يسجّل في التاريخ أنها قامت بعرض كالذي قامت به الاسديات. لكن هناك عددا منها يقدم عرضا جميلا كلّ سنة يمكن أن يرى فيه الراصد عدة مئات من الشهب خلال ليلة واحدة. وقد تكون البرشاويات هي أغنى أو من أغنى هذه الاسراب فهي تأتي

على مدى شهر تقريبا — من ٢٢ تموز حتى ١٨ آب وذروتها في ١٢ آب، وقد ترى حتى ٥٠ شهاباً في الساعة.

رصد الشهب: وليس من الضروري أن ننتظر أوقات الزخة لكي نرصد الشهب. فنحن نستطيع رصدها في أي وقت اذا لاءَم الجو. فهي دائمة الحدوث، ورصد السماء ساعة من الزمن سيريك بضعة منها. والنصف الاخير من السنة — من تموز وما بعده — يبدو أنه من أحسن الأوقات لرصدها. ففي هذه الفترة سيكون معدل الشهب التي تراها عند منتصف الليل من ١٠ — ١٥ . وهذا يبلغ ضعفي العدد الذي ترصده في الشهور الستة الاولى من السنة. اذ ستجد في الستة شهور الاولى حوالي ٥ — ٨ شهب عند منتصف الليل. وبالاضافة الى ذلك فإن الراصد في النصف الاخير من الليل سيرى ضعفي ما يراه عندما يرصد في النصف الاول من الليل. وهذه الحقيقة الاخيرة يمكن تفسيرها بسهولة. ففي المساء نكون وراء الارض وهي مسرعة في مدارها حول الشمس بينما في الصباح نكون قد درنا فاصبحنا في المقدمة. فالشهب التي نراها في المساء هي تلك التي تحاول أن تلحق بنا، بينما تلك التي نراها في الصباح الباكر هي التي تقابلنا وجها لوجه فتصطدم بالجو الذي يسير ضدها. ولهذا فإن سرعتها في الجو في الصباح تكون أكثر من سرعتها في الجو في المساء. وبما أن السرعة هي الاساس الذي يعتمد عليه الاحتكاك في توليد الحرارة، لذلك فإن شهاب الصباح يبدو أكثر لمعانا من شهاب المساء.

وسرعة الشهاب في الجو تتراوح ما بين ١١ كم/ ثانية الى ٧٤ كم/ ثانية. وإحتكاك الشهاب في الهواء الناتج عن هذه السرعة الكبيرة يرفع الحرارة الى درجة الاشتعال. واللمعان الذي يصدر عن هذه الاجسام الصغيرة يمكن تفسيره بأن سطوحها تتبخرّ من هذه الحرارة العالية مما يجعلها تبدو مثل غلاف لامع في سماء الليل المعتمة. وبما أن الشهب صغيرة في العادة فإن معظمها يحترق على ارتفاع عدة كيلومترات عن سطح الارض.

ومعظم الشهب تختفي على ارتفاع ٦٥ كم. وهي تظهر عادة على ارتفاع يتراوح بين ٧٠ كم الى ١١٠ كم. وهذا صحيح حتى لو لم يحترق الشهاب كله، لأن الهواء يعوق سرعته شيئا فشيئا. فاذا كان الشهاب كبيرا ليصل الارض، فإنه في آخر الشوط يكون قد وصل الى سرعة الجسم الساقط بالجاذبية عن علوّ شاهق. وربما لا يكون متوهجا عندما يصل الارض، حتى أنه يمكن أن يكون باردا باللمس اذا حاولنا لمسه، لأن الحرارة المتولدة من الاحتكاك تؤثر على طبقة رقيقة من السطح الخارجي. وهذه يمكن أن تبرد بسرعة. أما داخل الحجر فإنه يكون شديد البرودة. لم يكن هناك وقت لتسخين الطبقات الداخلية فيما تحت السطح.

وبما أن الشهاب يختفي على ارتفاع ٦٥ كم، فمن المستبعد أن ترى حجرا ملتهبا يرتطم أمامك على مسافة قريبة. قد تظن أنه فعل ذلك، لكن في الغالب يكون قد إختفى وراء الافق.

ويستطيع الهواة أن يقدموا عونا كبيرا لعلم الفلك بتسجيل ارصادهم عن الشهب. وأحسن طرق الرصد في هذه الحالة أن يتفق راصدان بينهما عدة كيلومترات على رصد بقعة معينة من السماء. فالرصد الصحيح من نقطتين على هذا البعد يجعل الفلكيين يحسبون ارتفاع الشهب ومساراتها. ولكن عملا كهذا يحتاج الى معرفة جيدة بالكوكبات السماوية. ويجب أن يكون البعد بين الراصدين لا أقلّ من ٣٠ كيلومترا لتكون هناك قاعدة واسعة للحساب، كما يجب أن لا يزيد البعد بينهما عن ١٦٠ كم. والادوات المطلوبة للرصد هي: ساعة صحيحة التوقيت وعدة خرائط للكوكبات السماوية ومسطرة.

والمطلوب في رصد كهذا معرفة مسار الشهاب في عرض السماء وتوقيته توقيتا دقيقا بقدر الامكان – بالساعة والدقيقة وإن أمكن بالثانية. والمسطرة اذا أمسكت بها على امتداد ذراعك يمكن أن تجعلك تحدد الخط الذي سار فيه الشهاب بعد أن يكون قد اختفى.

ومن المهمّ أن تحدد النقطة التي ابتدأ الشهاب منها والنقطة التي اختفى عندها، وهذا يمكن ان تعرفه من النجوم التي مر بقربها. وستجد دائما أنه أسهل لك أن تعرف نهاية المسار من أن تعرف بدايته.

ولكي تكون لأرصادك قيمتها يجب أن ترسم مسارات الشهب بدقة على خريطة للسماء مع رسم سهم يدلّ على اتجاه الشهاب. ويجب أن تعطي رقما لكل خط. واكتب في أسفل الخريطة عدد الشهب ونقاط نهايتها واتجاهها على الخريطة ولمعانها ولونها وسرعتها (سريعة، متوسطة، بطيئة) وأية ملاحظة أخرى تجدها مثل انفجار أو سماع صوت أو غير ذلك. وعلى الراصد أن يكتب ملاحظاته عن أحوال الرصد وصفاء السماء مع ابداء رأيه الشخصي في صحّة ارصاده.

وعليك أن تلاحظ الآثار التي تتركها الشهب اللامعة. سجل اللمعان والالوان والفترة الزمنية والاتجاه. إن المنظار يساعدك على رؤية آثار الشهاب بعد اختفائه أكثر مما تفعل العين المجردة.

واذا صدف أن رأيت شهابا أمامك في وضح النهار، وهذا نادر جدًا، فعيّن مساره بكل دقة بالنسبة للبيوت والأعمدة والاشجار المجاورة، وعين البقعة التي تقف فيها وفيما بعد ذلك قم بقياس الطول والعرض لنقطتي البداية والنهاية. قياسات كهذه تساعد على معرفة مسار الشهاب في الهواء. لا تنس أن تسجل اللمعان والزمن.

بعض زخات الشهب

اسم الزخة	الكوكبة	موعدها	عدد الشهب في الساعة
الرباعيات	العواء	٣ (ك٢)	٤٠
ايتا الدلو	الدلو	١ - ٨ أيار	٢٠
البرشاويات	برشاوس	١٢ آب	٥٠
الجياكوبينيات	التنين	٩ (تشرين ١)	١٠٠٠ دوري، كل ٦ سنوات
الجباريات	الجوزاء	٢٠ (تشرين٢)	٢٥
الاسديات	الاسد	١٦ (تشرين٢)	١٠٠٠٠ دوري كل ٣٣ سنة
التوأمانيات	التوأمان	١٣ (كانون١)	٥٠

الفصل الثاني والأربعون

المذنبات

اتخذ الانسان المذنبات نذيراً للشؤم منذ ان عرفنا التاريخ على الرغم من أن منظر المذنب من المناظر الخلابة في صفحة السماء. وقد أوقفت البشرية هذا التطيّر منذ ان بيّن العلم حقيقة المذنبات في أوائل هذا القرن.

ويروي لنا التاريخ عن مذنبات كانت مدهشة في عيون بني الانسان. فالذين وصفوا مذنب ٣٤٤ ق.م قالوا كان يمتد من الأفق الى سمت الرأس ومذنب سنة ١٨١١ كان رأسه ١٦٠٠٠٠٠ كم تقريباً وذنبه ٢٠٠ مليون كم. أما مذنب ١٧٤٤ فكان له ستة أذناب على شكل مروحة ومذنب ١٨٤٣ كان له ذنب طوله ٣٢٠ مليون كم.

ويرى الناس عادة في كلّ قرن من ١٥ – ٢٠ مذنباً. وعلى التعديل يظهر في كل قرن أربعة مذنبات تلفت الانتباه. وقد يرى الانسان في حياته مذنبات عديدة إذا حاول الانتباه لها. ويرى هاوي الفلك على العموم في السنة خمسة مذنبات بعدسة المرقبة، أحدها يمكن رؤيته بالعين المجردة.

وهواة الفلك يجدون متعة حقيقية في ملاحقة المذنبات ورصدها طالما كانت ظاهرة في السماء. وعثور الهاوي على مذنب هو الطريق الأكيد الى الشهرة العالمية، لأن المذنبات تسمّى بأسماء مكتشفيها. جرّب ان تكتشف مذنباً فتجد ان اسمك يدخل تاريخ الفلك. لقد اكتشف شارل مسييه (١٧٣٠ – ١٨١٧) وكان كاتباً في مرصد باريس، ثلاثة عشر مذنباً، فأطلق عليه الملك لويس الخامس عشر لقب (صياد المذنبات). ولا يعرف مسييه الآن لأنه صياد مذنبات وانما يذكره الفلك اليوم لقائمة وضعها عن الأجرام الموجودة في السماء والتي يمكن ان تختلط على صياد المذنبات فيحسبها مذنباً. وهذه الأجرام تتكون من سدم وعناقيد ومجرات. وقد أخذت هذه الأجرام أرقاماً مسبوقة بحرف (م) كناية عن مسييه. ومن أشهر صيادي المذنبات الفرنسي جان لويس بونز وكان عتالاً في مرصد مرسيليا عمره ٣٩ سنة. اكتشف أول مذنب سنة ١٨٠١ وبعد ١٢ سنة كان قد اكتشف اثنى عشر مذنباً. فأخذ ترقية من

ادارة المرصد وأصبح مساعد فلكي. وقد اكتشف أكثر من ٣٠ مذنباً.

ومع ان الفلكيين المحترفين مؤهلون أكثر لاكتشاف المذنبات نظراً لمعدات الرصد الموجودة تحت تصرّفهم، الاّ أن الهواة بالوقت الذي يصرفونه في صيد المذنبات لهم قصب السبق.

ولا يكاد يكون هناك شهر يخلو من وجود مذنب صالح للرصد بالمرقب. وكلّ المجلات الفلكية الشهرية تنشر أخبار المذنبات وتتابعها، وكذلك تجد أخبارها في التقاويم الفلكية. والمذنبات الكبيرة تكتب عنها الصحف اليومية ويوضع شرح لطريقة الاستدلال عليها.

وبعض المذنبات الكبرى يبدو انها تظهر من أعماق الفضاء وتدور دورة واحدة حول الشمس ثم ترحل ثانية في خط مستقيم وتغيب قروناً من الزمن وربما لا تعود أبداً. ويبدو ان بعض المذنبات تدور في الحضيض في قطع زائد (أي أكثر انفراجاً من القطع الناقص). وقد قال عنها بعض العلماء انها تسير في مدار مفتوح يدخل قسم صغير منه في النظام الشمسي، أي ان المذنب نفسه لا ينتمي للنظام الشمسي.

حتى المذنبات الأعضاء في النظام الشمسي فإن لها خصائص شاذة تختلف بها عن الكواكب. فأشكال المذنبات غير منتظمة ومتغيرة. والمذنبات تضيء جزئياً من ضوئها الخاص وجزئياً من الضوء المنعكس عليها من الشمس. أما الكواكب فتضيء بانعكاس أشعة الشمس عنها فقط. ومدارات المذنبات شديدة الاهليليجية أما مدارات الكواكب فتكاد تكون دائرية. والمذنبات قد تأتي من أي ناحية من الفضاء، أما الكواكب فلها مسارات معينة معروفة.

تركيب المذنب

عندما يقترب المذنب الى جهة الشمس، تبدأ هذه الكتلة الغبشاء المظلمة بالانتفاش لتشكّل اللمة. وإذا استطعنا أن نسلط عليها المرقب نجد ان وسطها أكثر تماسكاً من غيره. هذا الوسط هو **النواة**. والنواة واللمة يسميان **الرأس**.

النواة:

للمذنب نواة صلبة واحدة يبلغ قطرها عدة كيلومترات. وهي تتكون من جليد وغبار، أو كما سمّاها بعض العلماء (كتلة من قذارة). ونواة المذنب تدور حول نفسها. ويبدو ان هذا من تبخّر بعض الجليد في جوانبها. وانطلاق البخار من الجليد يفعل فعل الصاروخ في النواة، فيجعلها تدور وقد يغيّر من اتجاه المدار الذي يدور فيه المذنب، كما انه قد يغيّر مظهر المذنب ولمعانه الكلّي.

اللمة:

ويمكن اعتبارها الجوّ المؤقت للمذنب. فهي غيمة من غازات متبخّرة تأخذ بالنشوء حالما يصل المذنب على بعد ٦٠٠ مليون كم من الشمس تقريباً، فتمتد الغازات وتتسع نحو الفضاء الخارجي. ونظراً الى ان النواة صغيرة فلا توجد جاذبية كافية لكي تشدّ اللمة اليها. ولهذا فإن الغازات والغبار سينشران في الفضاء الفارغ حيث يعمل عليها الاشعاع الشمسي والريح الشمسية.

والاشعاع الشمسي هو طاقة ترسلها الشمس وفيها أشعة سينية وأشعة فوق بنفسجية والضوء المرئي وأشعة ما تحت الأحمر (حرارة). وهذا الاشعاع ينطلق على شكل فوتونات. والريح الشمسية هي تيار متواصل ثابت من الالكترونات والبروتونات والجسيمات النووية الأخرى.

والمذنبات على العموم، لا تكوّن لّمة ملحوظة أو ذنباً الاّ بعد ان تصل مدار المريخ. غير ان بعض المذنبات تبدو لها لّمة على أبعد من ذلك.

وقد تصبح اللمة ضخمة جدّاً. ولوحظ ان بعضها قد يبلغ قطره عشرة بلايين كم (قطر الشمس ١,٤ مليون كم).

الذنب:

ان المميزة البارزة في المذنب هي ذنبه، مع ان بعض المذنبات لا تمدّ ذنباً وبعضها له أكثر من ذنب. وعلينا أن نفرّق بين نوعين من الأذناب: **الذنب الأيوني**: وهو مائل الى الزرقة في لونه، ويشير دائماً الى الجهة المعاكسة للشمس، ويتكون من غازات متأينة تدفعها الريح الشمسية. فالجسيمات من الريح الشمسية تصطدم بالذرات والجزيئات في اللمة وتضربها بشدة تفصل منها الالكترونات. وهذا يترك الذرات والجزيئات موجبة الشحنة. وضرب الريح الشمسية عليها يدفعها بعيداً عن الشمس. وبما انها أصبحت مشحونة كهربائياً لهذا تقع في المجال المغناطيسي للشمس.

وهذه الغازات المتأينة في طاقة عالية. فإذا عادت الى طبيعتها واستولت على الكترون، فإنها ترسل طاقة على شكل ضوء. والغاز الذي يعطي اللون الأزرق في الذنب هو أول أكسيد الكربون.

ويستطيع ذنب المذنب ان يمتدّ الى طول هائل. فالمذنب الكبير سنة ١٨٤٣ كان طول ذنبه ٣٢٠ مليون كم.

والذنب الغباري:

لونه مائل الى الصفرة وينحرف مائلاً عن الذنب المتأين. وسببه الاشعاع الشمسي. ويتكون

من غبار هو سيليكات. الفوتونات تصطدم مع الغبار في اللمة فتدفعه بعيداً. وبما ان جسيمات الغبار أثقل من الغاز المتأين فإنها تنحني بعيداً عن الذنب الغازي. لكن الذنب الغباري يمكن أن يمتد طوله فيساوي الذنب الغازي. واللون الأصفر هو انعكاس من أشعة الشمس.

وتبقى جسيمات الغبار خلف الذنب مكونة جدولاً يسير حول الشمس في مدار المذنب نفسه. والأرض تمرّ في هذا الجدول مرة واحدة في السنة على الأقل. وعندئذ فإن هذه الجسيمات الصغيرة تدخل جوّ الأرض بسرعة كبيرة وتحترق بالاحتكاك. وهذه هي الشهب.

صيد المذنبات:

لا شكّ ان الذي يبدأ البحث عن المذنبات يعرف انه بعمله هذا، إذا أصابه التوفيق، سيكتسب شهرة عالمية ويدخل اسمه في تاريخ الفلك.

لكن عمله هذا يستوجب شروطاً، أهمها ان يكون خبيراً في كوكبات السماء ونجومها ويعرف مواقعها معرفة جيدة.. وبالاضافة الى ذلك عليه ان يتحلّ بالصبر الجميل. وبعض التقديرات التي قال بها الخبراء تشير إلى أن اكتشاف أي مذنب لا يحدث قبل رصد ١٥٠ ساعة إلى ٢٠٠ ساعة.

واليك بعض الارشادات التالية:

(١) اختر بقعة مفتوحة من الأرض خالية من أي ضوء حتى ما كان يبدو بعيداً في الأفق.

(٢) استعمل منظاراً بتكبير ٧ × ٥٠ أو ١٠ × ٥٠ أو مرقباً بتكبير من ٢٠ – ٤٠ مرة. كلما كان الرقم البؤري للمرقب أصغر كلما كان أفضل، لأنه يعطيك حقل نظر واسعاً.

(٣) ابدأ بعملية مسح للسماء بانتظام. خذ مقاطع طولية وأخرى عرضية وامسحها بالترتيب. اجعل همك ان تنظر الى الغرب بعد غروب الشمس والى الشرق قبل الفجر، فالمذنبات تتكاثر حول الشمس.

(٤) تفحص السماء بدقة دارساً كلّ جرم تشكّ فيه. بعض المذنبات تتوهم انها بقعة وسخ. افحصها جيداً. من الأفضل ان تصرف وقتاً كبيراً في فحص بقعة صغيرة من السماء على ان تصرف الوقت نفسه في فحص بقاع عديدة بسرعة. المذنب يبدو أول الأمر بقعة غبشاء. من النظرة الأولى قد يبدو لك انه عنقود أو سديم. إذا كنت تشكّ في ذلك ارجع الى الأطلس وقارن البقعة الغبشاء بما هو موجود على الأطلس. أي أطلس مثل (نورتون) (Norton's Atlas) يرسم لك الأجرام السماوية حتى القدر التاسع. ارجع الى الموضع نفسه في الليلة التالية وادرسه مرة أخرى لكي تتأكد. عيّن

الاحداثيات بالقدر الذي تستطيعه من الدقّة. اعرف القدر الذي تجد فيه هذا المذنب وذلك بمقارنته مع أي نجم أو عنقود مجاور. إذا وجدت ان المذنب قد غيّر موضعه عن اليوم السابق فلم يعد هناك مجال للشكّ. إذا كان هناك قريباً منك انسان خبير في هذه الأمور فاستشره. وإذا صدف ان كان هناك مرصد قريباً منك فاستشره فقد يعرف الفلكيون فيه ان كان المذنب قديماً وهو في عودته الجديدة، أو كان مذنباً جديداً. وإذا كان المذنب غير معروف فلا تضع الوقت. ارسل برقية الى العنوان التالي:

Central Bureau For Astronomical Telegrams Smithsonian Astrophysical Obseruatory Cambridge MA 02138 U.S.A

وفي البرقية عيّن الاحداثيات بدقّة – الميل والصعود المستقيم – واطلب حقك في تسجيل المذنب.

تسمية المذنبات:

وضع الاتحاد الفلكي الدولي قواعد دقيقة لتسمية المذنبات.

فعند اكتشاف المذنب يعطى تسمية مبدئية – السنة التي حدث الاكتشاف فيها –. ويوضع حرف من الابجدية اللاتينية الصغيرة تدلّ على ترتيب اكتشاف المذنب في تلك السنة (a) للمذنب الأول (b) للمذنب الثاني و (c) للمذنب الثالث.. وهكذا.. وفيما بعد حينما يحسب مداره وتاريخ مروره في الحضيض، يعطى التسمية النهائية، وهي تتألف من السنة التي سيمرّ فيها في الحضيض، ثم رقما من الارقام الرومانية يدل على ترتيب مروره في الحضيض في تلك السنة. مثلاً (1940a) هو أول مذنب يكتشف سنة ١٩٤٠، وقد أصبح (١٩٣٩ VIII) ثامن مذنب يصل الحضيض سنة ١٩٣٩. وبالعكس فإن (1969i) أصبح (1970II).

وكل مذنب جديد يعطى أيضاً اسم مكتشفه. وفي حالة وجود أكثر من مكتشف فإنه يعطى اسمين وقد يعطى ثلاثة لا أكثر.

والمذنبات التي لها فترة أقلّ من ٢٠٠ سنة يضاف حرف (p) رمزاً الى انها دورية – يضاف أمام اسم المكتشف.

أصل المذنبات:

تعتبر المذنبات من بقايا السديم البدائي الذي تكون منه النظام الشمسي. وعلى كثرة النظريات التي قامت عن أصلها الاّ أن أكثرها قبولاً هي النظرية التي وضعها الفلكي الدانماركي (اورت) سنة

١٩٥٠ . وفيها يرى ان هناك غيمة كبيرة من المذنبات على بعد ٤٠٠٠٠ – ١٥٠٠٠٠ وحدة فلكية من الشمس، ويوجد فيها ١٠٠ بليون مذنب، وكتلتها الكلية ليست أكثر من عشر كتلة الكرة الأرضية. وبناء على اضطرابات الجاذبية التي تولّدها النجوم المجاورة، فإن المذنبات تنطلق من هذا المستودع الضخم بالتدريج، وبعضها يتجه الى النظام الشمسي وبعضها الى الفضاء الخارجي.

على أية حال، فإن تكوين هذه الغيمة من المذنبات لا يزال بحاجة الى تفسير. وبناء على رأي الفلكي الأمريكي (ويبل) (Whipple) فقد يكون كوكب أورانوس ونبتون تشكلا من تجمع عدد كبير من المذنبات.

مصير المذنبات:

المذنبات التي تصل حتى ٧٥٠ مليون كم عن الشمس، تصبح دافئة بحيث تفقد كمية لا بأس بها من مادتها عن طريق التبخّر – الذي هو المصدر الرئيسي للغاز والغبار الفلكيين. ويعتقد ان المذنب يفقد ٥٪ من كتلته في كلّ مرة يصل فيها الى الحضيض. والمذنبات الدورية تتحلّل أيضاً بالتدريج. والغبار الذي يتخلف منها يزودنا بأسراب الشهب والنيازك.

وبعد ان يستنفد المذنب كلّ مادته المتطايرة، من المحتمل ان تبقى نواته الصلبة تدور حول الشمس في مدارها، على شكل كويكب معتم من الصعب اكتشافه. ومن هنا نشأت النظرية التي تقول بأن الكويكبات الصغيرة التي يبلغ قطرها حوالي كيلومتر واحد أو أقلّ والتي تسير في مدار شديد التفلطح، من المحتمل ان تكون نويات مذنبات تحلّلت وتبخرت منها المادة المتطايرة.

الملاحق

ملحق (١)

الحروف اليونانية

α	Alpha	الفا	ν	Nu	نيو
β	Beta	بيتا	ξ	Xi	كْسي
γ	Gamma	جاما	o	Omicron	اوميكرون
δ	Delta	دلتا	π	Pi	بي
ϵ	Epsilon	ابسلون	ρ	Rho	رو
ζ	Zeta	زيتا	σ	Sigma	سيجما
η	Eta	ايتا	τ	Tau	تاو
θ	Theta	ثيتا	υ	Upsilon	آبسلون
ι	Iota	ايوتا	ϕ	Phi	في
κ	Kappa	كابا	χ	chi	تشي
λ	Lambda	لامدا	ψ	Psi	بسي
μ	Mu	ميو	ω	Omega	اوميغا

ملحق (٢)

ألمع النجوم في سمائنا

اسم النجم	الكوكبة	القدر	الصعود المستقيم ساعة	دقيقة	ثانية	الميل درجة	دقيقة	ثانية
الشعرى اليمانية	الكلب الأكبر	١,٤٣.	٦	٤٣	٥٠	-١٦	٤٠	٢٥
سهيل	القاعدة	٠,٧٣.	٦	٢٣	١٧	-٥٢	٤٠	٤٤
الفا قنطورس	قنطورس	٠,٢٧.	١٤	٣٧	٣٣	-٦٠	٤٢	٤٦
السماك الرامح	العواء	٠,٠٦.	١٤	١٤	١٨	+١٩	٢٠	١٦
النسر الواقع	اللورا	٠,٠٤	١٨	٣٥	٥٥	+٣٨	٤٥	١٧
العيوق	ذو الاعنة	٠,٠٩	٠٥	١٤	٢٨	+٤٥	٥٨	١٠
رجل الجوزاء	الجوزاء	٠,١٥	٠٥	١٣	٠٦	-٠٨	١٤	٠٦
الشعرى الشامية	الكلب الأصغر	٠,٣٧	٠٧	٣٧	٤٤	+٠٥	١٨	١١
الظليم	النهر	٠,٥٨	٠١	٣٦	٣٦	-٥٧	٢٣	٢٠
يد الجوزاء	الجوزاء	متغير	٠٥	٥٣	٣٣	+٠٧	٢٤	١٠
بيتا قنطورس	قنطورس	٠,٦٦	١٤	٠١	٤١	-٦٠	١٣	٤٥
النسر الطائر	العقاب	٠,٨٠	١٩	٤٩	١٩	+٠٨	٤٧	١٦
الدبران	الثور	٠,٨٥	٠٤	٣٤	١٢	+١٦	٢٧	٠١
الفا الصليب الجنوبي		٠,٨٧	١٢	٢٤	٥٥	-٦٢	٥٥	٥٩
قلب العقرب	العقرب	٠,٩٨	١٦	٢٧	٣٤	-٢٦	٢٢	٠١
السماك الأعزل	العذراء	١,٠٠	١٣	٢٣	٣٧	-١١	٠٠	١٩
فم الحوت	حوت جنوبي	١,١٦	٢٢	٥٦	٠٠	-٢٩	٤٦	٥٤
رأس التوأم المؤخر:	توأمان	١,١٦	٠٧	٤٣	٢٩	+٢٨	٠٦	٠٠
الردف	الدجاجة	١,٢٦	٢٠	٤٠	٢٤	+٤٥	١٠	٢١
بيتا الصليب الجنوبي		١,٣١	١٢	٤٥	٥٧	٥٩.	٣١	٣٠
المليك	الأسد	١,٣٦	١٠	٠٦	٤٦	+١٢	٠٦	٥٢
رأس التوأم المقدم:	توأمان	١,٥٨	٠٧	٣٢	٤١	+٣١	٥٧	١٩

ملحق (٣)

نسبة حجوم النجوم على اعتبار ان حجم الشمس = (١)

النجم	المرتبة الطيفية	قطرمالنجم (الشمس = ١)	
ابسلون ذو الاعنة ب	K5	٢٠٠٠	العمالقة الكبرى
W قيفاوس أ	M2	١٢٠٠	
أوميكرون قيطس	Mbe	٤٠٠	
الفا الجوزاء	M2	٤٠٠	
ابسلون ذو الاعنة أ	K5	٣٠٠	
الفا العقرب	M1	٣٢٠	
ابسلون ذو الاعنة أ	F5	٢٠٠	
بيتا الفرس الأعظم	M5	١٣٠	
الفا الثور	K5	٥٧	العمالقة
V ٣٨٠ الدجاجة أ	B2	٢٩	
الفا العواء	K0	٢٦	
الفا ذو الاعنة	G0	١٦	
Y الدجاجة أ، ب	O9	٥,٩	
بيتا برشاوس أ	B8	٣,١	
بيتا ذو الاعنة أ	A0	٢,٨	
الشعرى الشامية أ	F5	١,٧	أقزام التابع الرئيس
الفا قنطورس	G4	١,٢	
الشمس	G0	١	
W الدب الأكبر أ	F8	٠,٩	
٧٠ الحواء أ	K1	٠,٩	
٧٠ الحواء ب	K5	٠,٧	
الشعرى اليمانية ب	A5	٠,٠٢	الأقزام البيضاء
٤٠ النهر ب	A	٠,٠٢	
فان مانن ٢	G	٠,٠٠٦	
وولف ٤٥٧	(a)	٠,٠٠٣	

ملحق (٤)

بعض النجوم الثنائية

اسم النجم	قدر	و قدر	الفاصل بثانية القوس	ملاحظات
جاما اندروميدا	٣,٠	٥,٠	٩,٤	أصفر أزرق
زيتا الدلو	٤,٤	٤,٦	١,٨	صعب
جاما الحمل	٤,٢	٤,٤	٧,٨	سهل جدًا
ثيتا ذو الاعنة	٢,٧	٧,٢	٣,٥	لفحص مرقب ٣ بوصة
دلتا العواء	٣,٢	٧,٤	١٠٥	ثابت
ابسلون العواء	٣,٠	٦,٣	٢,٨	أصفر أزرق
كابا العواء	٥,١	٧,٢	١٣,٦	سهل
زيتا السرطان	٥,٦	٦,١	٥,٦	
ابوتا السرطان	٤,٤	٦,٥	٣١	سهل، أصفر أزرق
الفا السلوقيان	٣,٢	٥,٧	١٩,٦	سهل، أزرق أصفر
الفا الجدي	٣,٣	٤,٢	٣٧٦	ثنائي بالعين
ايتا ذات الكرسي	٣,٧	٧,٤	١٢,٢	سهل
بيتا قيفاوس	٣,٣	٨,٠	١٤	سهل بثلاث بوصات
دلتا قيفاوس	متغير	٧,٥	٤١	سهل جداً
الفا قنطورس	٠,٠	١,٧	٢١,٧	سهل جداً. الفترة ٨٠ سنة
كسي قيفاوس	٤,٧	٦,٥	٦,٣	سهل نوعاً
جاما قيطس	٣,٧	٦,٢	٣,٩	ليس سهلاً جداً
زيتا الاكليل الشمالي	٤,٠	٤,٩	٦,٣	
دلتا الغراب	٣,٠	٨,٥	٢٤	سهل في ثلاث بوصات
جاما الصليب الجنوبي	١,٦	٦,٧	١١١	ثنائي واسع بالعين
بيتا الدجاجة	٣,٠	٥,٣	٣٤,٣	أصفر أزرق جميل جداً
٦١ الدجاجة	٥,٣	٥,٩	٢٩	
جاما الدلفين	٤,٠	٥,٠	٩,٦	سهل أصفر أخضر
نيو التنين	٤,٦	٤,٦	٦٢	ثنائي بالعين
الفا التوأمين	٢,٠	٢,٨	٢,٦	

تكملة ملحق (٤)

بعض النجوم الثنائية

دلتا التوأمين	٣,٢	٨,٢	٦,٥	ليس سهلاً جداً
الفا الجاثي	متغير	٦,١	٤,٦م	أحمر أخضر
دلتا الجاثي	٣,٠	٧,٥	٨,٦	ثنائي بالعين
زيتا الجاثي	٣,٠	٦,٥	١,٥	ثنائي سريع ٣٤ سنة
جاما الاسد	٢,٦	٣,٨	٤,٤	٦١٩ سنة
الفا اللورا	٠,٠	١٠,٥	٧٣	أصغرهما باهت
	٤,٦	٦,٣	٢,٦	
ابسلون اللورا	٤,٩	٥,٢	٢,٢	رباعي، كلا الثنائيين يظهران في ٣ بوصة
زيتا اللورا	٤,٢	٥,٥	٤٤	ثنائي سهل
بيتا الجوزاء	٠,١	٦,٧	٩,٥	يرى بثلاث بوصات
ايوتا الجوزاء	٣,٢	٧,٣	١١,٨	غارق في سديم
ثيتا الجوزاء	٦,٨	٧,٩	٨,٧	
	٦,٨	٥,٤	١٣,٤	رباعي في مسييه ٤٢
سيجما الجوزاء	٤,٠	١٠,٣	١١,١	
	٦,٨	٨,٠	٣٠,١	رباعي
زيتا الجوزاء	٢,٠	٤,٢	٢,٤	يرى في ٣ بوصات
ايتا برشاوس	٤,٠	٨,٥	٢٨,٥	أصفر أزرق
بيتا الحوت الجنوبي	٤,٣	٥,٣	١,٩	٧٢٠ سنة
الفا العقرب	٠,٩	٦,٨	٣,٠	أحمر أخضر
نيو العقرب	٤,٢	٦,٥	٤٢	وكلاهما أيضاً ثنائي
ثيتا الحية	٤,١	٤,١	٢٢,٣	سهل جداً
الفا الثور	٠,٨	١١,٢	١٣١	الأصغر خافت جداً
زيتا الدب الأكبر	٢,١	٤,٢	١٤,٤	سهل جداً
الفا الدب الأصغر	٢,٠	٩,٠	١٨,٣	يرى في ٣ بوصات
جاما العذراء	٠,٦	٣,٧	٣,٥	١٧١ سنة
ثيتا العذراء	٤,٠	٩,٠	٧,١	ليس سهلاً

ملحق (٥)

بعض النجوم المتغيرة

اسم النجم	الصعود المستقيم ساعة	الصعود المستقيم دقيقة	الميل درجة	الميل دقيقة	قدر	قدر	الفترة بالأيام
R اندروميدا	٠	٢٢	+٣٨	١٨	٦,١	١٤,٩	٤٠٩
W اندروميدا	٢	١٤	+٤٤	٤	٦,٧	١٤,٥	٣٩٧
R العقاب	١٩	١٤	+٨	٩	٥,٧	١٢,٠	٣٣٠
R الحمل	٢	١٣	+٢٤	٥٠	٧,٥	١٣,٧	١٨٩
R المجمرة	١٦	٣٥	−٥٦	٥٤	٥,٩	٦,٩	٤ مثل الغول
R ذو الاعنة	٥	١٣	+٥٣	٣٢	٦,٧	٦,٩	٤٥٩
R العواء	١٤	٣٥	+٢٦	٥٧	٦,٧	١٢,٨	٢٢٣
R ذات الكرسي	٢٣	٥٦	+٥١	٦	٥,٥	١٣,٠	٤٣١
T ذات الكرسي	٠	٢٠	+٥٥	٣١	٧,٣	١٢,٤	٤٤٥
X قنطورس	١١	٤٦	−٤١	٢٨	٧,٠	١٣,٩	٣١٥
T قنطورس	١٣	٣٨	−٣٣	٢١	٥,٥	٩,٠	٩١
T قيفاوس	٢١	٩	+٦٨	١٧	٥,٤	١١,٠	٣٩٠
اوميكرون قيطس	٢	١٧	−٣	١٢	٢,٠	١٠,١	٣٣١ اعجوبة قيطس
R الاكليل الشمالي	١٥	٤٦	+٢٨	١٨	٥,٨	١٤,٨	غير منتظم
W الاكليل الشمالي	١٦	١٦	+٣٧	٥٥	٧,٨	١٤,٣	٢٣٨
R الدجاجة	١٩	٣٥	+٥٠	٥	٦,٥	١٤,٢	٤٢٦
U الدجاجة	٢٠	١٨	+٤٧	٤٤	٦,٧	١١,٤	٤٦٥
W الدجاجة	٢١	٣٤	+٤٥	٩	٥,٠	٧,٦	١٣١
SS الدجاجة	٢١	٤١	+٤٣	٢١	٨,٢	١٢,١	غير منتظم
تشي الدجاجة	١٩	٤٩	+٣٣	٤٧	٣,٣	١٤,٢	٤٠٧
R التنين	١٦	٣٢	+٦٦	٥٢	٦,٩	١٣,٠	٢٤٦
R التوأمان	٧	٤	+٢٢	٤٧	٦,٠	١٤,٠	٣٧٠
U التوأمان	٧	٥٢	+٢٢	٨	٨,٨	١٤,٤	غير منتظم
S الجاثي	١٦	٥٠	+١٥	٢	٧,٠	١٣,٨	٣٠٧

تكملة ملحق (٥)

اسم النجم	الصعود المستقيم		الميـل				
	ساعة	دقيقة	درجة	دقيقة	قدر	قدر	الفترة بالأيام
U الجاني ١٦	١٦	٢٣	+١٩	٠	٧,٠	١٣,٨	٤٠٦
R الاسد	٩	٤٥	+١١	٤٠	٥,٤	١٠,٥	٣١٣
X الاسد	٩	٤٨	+١٢	٧	١٢,٠	١٥,١	غير منتظم
W اللورا	١٨	١١	+٣٦	٣٩	٧,٩	١٣,٠	١٩٦
HR الدلفين	٢٠	٤٠	+١٨	٥٨	٣,٦	؟	نوفا ١٩٦٧
U الجوزاء	٥	٥٣	+٢٠	١٠	٥,٣	١٢,٦	٣٧٢
R الفرس الأعظم	٢٣	٤	+١٠	١٦	٧,١	١٣,٨	٣٧٨
S برشاوس	٢	١٩	+٥٨	٢٢	٧,٩	١١,١	٨١٠
R الحية	١٥	٤٨	+١٥	١٧	٥,٧	١٤,٤	٣٥٧
SU الثور	٥	٤٦	+١٩	٣	٩,٢	١٦,٠	غير منتظم
R الدب الأكبر	١٠	٤١	+٦٩	٢	٦,٧	١٣,٤	٣٠٢
S الدب الأكبر	١٢	٤٢	+٦١	٢٢	٧,٤	١٢,٣	٢٢٦
T الدب الأكبر	١٢	٣٤	+٥٩	٤٦	٦,٦	١٣,٤	٢٥٧
S العذراء	١٣	٣٠	٦	٥٦	٦,٣	١٣,٢	٣٨٠

ملحق (٦)

بعض السدم والعناقيد

الاسم	الصعود المستقيم: الساعة	الصعود المستقيم: الدقيقة	الميل: الدرجة	الميل: الدقيقة	ملاحظات
م ٣١ في المسلسلة	٠٠	٤٠,٧	+٤١	٠٥	مجرة كبرى، ترى بالعين المجردة
78 H VII ذات الكرسي	٠٠	٤١,٣	+٦١	٣٦	عنقود بين جاما وكابا ذات الكرسي
م ٣٣ في المثلث	٠١	٣١,٨	+٣٠	٢٨	مجرة لولبية، تحتاج مرقباً متوسطاً
33 H VI برشاوس	٠٢	١٨,٣	+٥٦	٥٩	عنقود مزدوج، مقبض السيف
م ١ في الثور	٠٥	٣٢,٣	+٢٢	٠٠	سديم السرطان، قرب زيتا الثور
م ٤٢ في الجوزاء	٠٥	٣٣,٤	−٠٥	٢٤	السديم الكبير. فيه الرباعي الشهير ثيتا الجوزاء – نجوم حديثة الولادة
م ٣٥: التوأمان	٠٦	٠٦,٥	+٢٤	٢١	عنقود مفتوح بالقرب من ايتا
2 H VI وحيد القرن	٠٦	٣٠,٧	+٠٤	٥٣	عنقود مفتوح يكاد يرى بالعين
م ٤١ الكلب الأكبر	٠٦	٤٥,٥	−٢٠	٤٢	عنقود مفتوح يكاد يرى بالعين
م ٤٤ السرطان	٠٨	٣٨	+٢٠	٠٧	النثرة عنقود مفتوح، يرى بالعين
م ٩٧ الدب الأكبر	١١	١٢,٦	+٥٥	١٣	سديم البوم، قطره ٣ دقائق، كوكبي
م ٣ السلوقيان	١٣	٤٠,٦	+٢٨	٣٤	عنقود كروي ساطع
أوميجا قنطورس	١٣	٢٣,٧	−٤٧	٠٣	أجمل العناقيد الكروية، يرى بالعين
م ٨٠ العقرب	١٦	١٤,٩	−٢٢	٥٣	عنقود كروي، بين الفا وبيتا
م ٤ العقرب	١٦	٢١,٥	−٢٦	٢٦	عنقود مفتوح بالقرب من قلب العقرب
م ١٣ الجاثي	١٦	٤٠	+٣٦	٣١	عنقود كروي على حدالرؤية بالعين
م ٩٢ الجاثي	١٧	١٦,١	+٤٣	١١	عنقود كروي بين ايوتا وايتا
م ٦ العقرب	١٧	٣٦,٨	−٣٢	١١	عنقود مفتوح يرى بالعين
م ٧ العقرب	١٧	٥٠,٦	−٣٤	٤٨	عنقود مفتوح لامع جداً، يرى بالعين
م ٢٣ الرامي	١٧	٥٤,٨	−١٩	٠١	عنقود مفتوح حوالي ٥٠ دقيقة قطراً
37 H IV التنين	١٧	٥٨,٦	+٦٦	٣٨	كوكبية ساطعة
م ٨ الرامي	١٨	٠١,٤	−٢٤	٢٣	سديم المستنقع، غازي، على حدود الرؤية بالعين

تكملة ملحق (٦)

الاسم	الصعود المستقيم الساعة	الصعود المستقيم الدقيقة	الميل الدرجة	الميل الدقيقة	ملاحظات
NGC 6572 الحواء	١٨	١٠,٩	+٠٦	٥٠	سديم كوكبي لامع بين بيتا وزيتا
م ١٧ الرامي	١٨	١٨,٨	−١٦	١٢	سديم اوميجا، غازي، كبير ولامع
م ١١ الترس	١٨	٤٩,٠	−٠٦	١٩	عنقود مفتوح لامع، يسمى البط البري
م ٥٧ اللورا	١٨	٥٢,٦	+٣٢	٥٩	السديم الحلقي، ألمع الكوكبيات
م ٢٧ الثعلب	١٩	٥٨,١	+٢٢	٣٧	سديم دمبل
1 IV H العقاب	٢١	٠٢,١	+١١	٣١	سديم كوكبي بالقرب من نيو العقاب
م ١٥ الفرس الأعظم	٢١	٢٨,٣	+١٢	٠١	عنقود كروي لامع قرب ابسلون
م ٣٩ الدجاجة	٢١	٣١,٠	+٤٨	١٧	عنقود مفتوح بين الردف والفا العظاءة. يرى جيداً بتكبير صغير.

ملحق (٧):

القدر المطلق ونسبة اللمعان

في النجوم على اعتبار ان لمعان الشمس = ١

اسم النجم	القدر المطلق	اللمعان (الشمس = ١)
الشمس	٤,٩	١,٠٠
الشعرى الشامية	٢,٧	٧,٦
النسر الطائر	٢,٣	١٠,٩
الشعرى اليمانية	١,٤	٢٥,٠
النسر الواقع	٠,٥	٥٧,٥
السماك الرامح	-٠,٣	١٢٠
العيوق	-٠,٣	١٢٠
المليك	-٠,٧	١٧٣
الدبران	-٠,٨	١٩٠
سهيل	-٣,١	٥٢٠٠
بيتا قنطورس	-٥,٢	١٢٠٠٠
قلب العقرب	-٥,٤	١٣٠٠٠
رجل الجوزاء	-٧,١	٢٥٠٠٠
الردف	-٧,١	٢٥٠٠٠

القدر المطلق = هو القدر الذي يظهر فيه لمعان النجم إذا كان على بعد ٣٢,٦ سنة ضوئية منّا.

قاموس عربي انجليزي

للكلمات العلمية الواردة في الكتاب

أ

أثر دوبلر — Doppler's Effect
الأرض (كوكب سيار) — Earth
الأرنب (كوكبة) — Lepus
آشين – ضوء آشين — Ashen's Light
هو الضوء الخافت الذي يظهر في النصف المعتم من القمر أو الزهرة
الاعتدال الربيعي — Vernal Equinox
الأعتدال الخريفي — Autumnal Eguinox
أعجوبة قيطس (أو ميكرون قيطس) — Mira
الاقتران الأدنى — Inferior Cnojunction
لعطارد والزهرة فقط حينما يكونان على خط بين الأرض والشمس
الاقتران الأعلى — Superior Conjunction
لعطارد والزهرة فقط حينما تكون الشمس على خط بينهما وبين الأرض
الاكليل الشمالي — Corona Borealis
الاكليل الجنوبي — Corona Australis
الاكليل الشمسي — Solar Corona
الأليه — Alioth
اسم محدث لنجم ابسلون الدب الأكبر الذي سماه العرب (الجون)
اندروميدا (كوكبة) — Andromeda
اسم آخر لكوكبة المرأة المسلسلة
اندروميدا (سديم) — Andromeda
هو م ٣١ أقرب مجرة الينا

الانزياح نحو الأحمر — Redshift
الإنقلاب الشتوي — Winter Solstice
الانقلاب الصيفي — Summer Solstice
الأوج — Aphelion
الوضع الذي يكون فيه الكوكب أو الجرم الذي يدور حول الشمس في أبعد نقطة عنها
الأوج — Apogee
الوضع الذي يكون فيه أي جرم يدور حول الأرض في أبعد نقطة عنها – هذا يشمل القمر والأقمار الصناعية
أوجه القمر — Phases of The Moon
أورانوس — Uranus
أوميغا قنطورس — Omega Centauri
(عنقود كروي)

ب

بالومار، مرصد جبل بالومار — Palomar
بحار القمر
بحر الأبخرة — Mare Vaporum
بحر الاخصاب — Mare Fecundatis
بحر الأمزجة — Mare Humorum
بحر البرد — Mare Frigoris
بحر الرحيق — Mare Nectaris
بحر الشتاء أو بحر الأمطار — Mare Imbrium
بحر الشدائد — Mare Crisium
بحر الصفاء — Mare Serenitatis
محيط العواصف، أبو بحر العواصف — Oceanus Procellarum

بحر الغيوم Mare Nubium
بحر الهدوء Mare Tranquillitatus
بدر Full Moon
برج Sign of the Zodiac
اسم أطلقه التنجيم على الكوكبات الموجودة على مدار البروج
بروج، نطاق البروج Zodiac
نطاق حول مدار البروج، ٨ درجات شماله وثماني درجات جنوبه. فيه تسير كل الكواكب والشمس والقمر
برشاوس، حامل رأس الغول (كوكبة) Perseus
البقع الشمسية Sunspots
البقعة الحمراء الكبرى Great Red Spot
بؤرة Focus
بؤرة، الرقم البؤري Focal Number
بلوتو (كوكب سيار) Pluto
بنات نعش الصغرى Ursa Minor
النجوم السبعة الظاهرة في الدب الأصغر
بنات نعش الكبرى Ursa Maior
النجوم السبعة الظاهرة في الدب الأكبر
بيلي – حبات بيلي Baily's Beads

ت

التتابع الرئيسي Main Sequence
الترس (كوكبة حديثة) Scutum
التزيح (زاوية التزيح) Parallax
التفرد (حالة التفرد) Singularity
التفريق، (قوة التفريق) Resoluing Power
التقابل Opposition
تقدم الاعتدالين Precession
تقويم Calendar
التنين (كوكبة) Draconis
التنجيم Astrology
التوأمان (كوكبة) Gemini
ويطلق عليها المنجمون اسم الجوزاء

ث

الثريا (عنقود مفتوح) Pleiades
ثعبان (الفا التنين) Thuban
اسم محدث لنجم الذيخ كما سمته العرب
الثقب الأسود Black Hole
ثنائي، النجم الثنائي Binary Star
ثنائي بالمطياف Spectroscopic Binary
الثور (كوكبة) Taurus

ج

الجاثي على ركبته (كوكبة) Hercules
الجدي (كوكبة) Capricornus
الجُدي (بضمّ الجيم) النجم القطبي Polaris
الجوزاء (كوكبة) Orion
وسماها الفلكيون العرب أيضاً الجبار
الجوزاء (عند المنجمين هي التوأمان) Gemini
الجون، ابسلون الدب الأكبر Alioth
وضع سكاليجر هذا الاسم الأجنبي ويقصد به الآلية.

ح

الحجب أو الاحتجاب Occultation
عملية مرور القمر أو أحد الكواكب أمام نجوم أو أجرام أخرى، فتخسفها عن أعيننا

الحضيض الشمسي — Perihelion
أقرب نقطة في المداري الاهليليجي من الشمس

الحضيض — Perigee
أقرب نقطة في المداري الاهليليجي من الأرض – للقمر والأقمار الصناعية التي تدور حولها

الحمل (كوكبة) — Aries

الحواء (كوكبة) — Ophiuchus
وهو حامل الحية

الحوت (كوكبة) — Pisces

اسم آخر للسمكتين — Pisces

الحوت الجنوبي (كوكبة حديثة) — Austrinis
كانت القسم الجنوبي من كوكبة الدلو

الحية (كوكبة) — Ser Pens

خ

الخاتم الماسي — Diamond Ring
ظاهرة تبدو في نهاية الكسوف الكلّي

الخسوف — Lunar Eclipse

خط الاستواء الفلكي — Celestial Equator

خط الزوال — Meridian

خط الصعود المستقيم — Right Ascention

خط الطول — Longitude

خط العرض — Latitude

خط الميل — Declination

د

دائرة البروج أو مدار البروج — Ecliptic

الدب الأصغر (كوكبة) — Ursa Minor

الدب الأكبر (كوكبة) — Ursa Maior

الدبران (الفا الثور) — Aldebaran

الدبة (الفا الدب الأكبر) — Dubhe
الاسم الأجنبي وضعه المحدثون الأجانب

دبلر، أثر دبلر — Doppler's Effect

الدجاجة (كوكبة) — Cygnus

الدجاجة، منقار الدجاجة، وهو بيتا — Albireo

الدلفين (كوكبة) — Delphinus

الدلو (كوكبة) — Aquarius

الدوران حول المحور — Rotation

الدورة النجمية — Sidereal Period
أو الفلكية للقمر

الدورة الاقترانية — Sunodic Period

ذ

ذات الكرسي (كوكبة) — Cassiopeia

الذراع اليمين (نجم الفا قيفاوس) — Alderamin

ذنب المذنب — Tail of Comet

ذنب المذنب الغباري — Dust Tail

ذنب المذنب الأيوني — Ionic Tail

ر

رأس التوأم المقدم (الفا التوأمين) — Castor

رأس التوأم المؤخر (بيتا التوأمين) — Pollux

رأس الحواء (الفا الحواء) — Ras Alhague

رأس المذنب — Head of Comet

الرامي (كوكبة) — Sagittarius
ويسمى القوس ايضاً

الرباعيات (زخة شهب) Buadrantids
١ - ٤ يناير
رجل الجبار: الفا الجوزاء Rigel
الردف: الفا الدجاجة، في الذنب Deneb
الرقم البؤري Focal Number

ز

الزباني الجنوبي: الفا الميزان Zuben Elgenubi
الزباني الشمالي: بيتا الميزان Zuben Eschamali
زحل (كوكب سيار) Saturn
زخة شهب Meteor Shower
الزهرة (كوكب سيار) Venus
الزيغان اللوني Chromatic Abersation

س

ساحب المرقب Clock Drive
سديم: سمته العرب لطخة سحابية Nebula
سديم اندروميدا Andromeda Nebula
ويسمى أيضاً سديم المرأة المسلسلة
سديم السرطان: Crab Nebula
في كوكبة الثور
السديم الكبير Nebula Major in Orion
في الجوزاء
سديم كوكبي Planetary Nebula
سديم غازي Gaseous Nebula
سديم ماجلان Small Magellanic Cloud
الصغير
سديم ماجلان الكبير large Magellanic Cloud

سديم مجري Galaclic Nebula
سديم معتم Dark Nebula
سديم منتشر Diffuse Nebula
السرطان (كوكبة) Cancer
السفينة (كوكبة قديمة) Argo Navis
قسمت الآن في الفلك الحديث الى أربع كوكبات
السلوقيان (كوكبة محدثة) Canes Venatici
السماك الأعزل: الفا العذراء Spica
السماك الرامح: الفا العواء Arcturus
السمكتان (كوكبة) وهي الحوت Pisces
السهم (كوكبة) Sagitta
السهى، ٨٠ الدب الأكبر Ursa Majoris 80
يضرب فيها المثل في الخفوت. استعملها العرب لقياس البصر. وهي احدى مكونين في نجم العناق الذي يسمى حالياً المئزر
سهيل: الفا القاعدة Canopus
ثاني ألمع نجم في السماء بعد الشعرى اليمانية

ش

شارون: قمر بلوتو الوحيد Charon
شروتر: ظاهرة شروتر Schroter
نصف قرص الزهرة المضيء: تأخر أو سبق موعده
الشعرى الشامية: الفا الكلب الأصغر Procyon
وتسمى ايضاً الشعرى الغميصاء
الشعرى اليمانية: الفا الكلب الأكبر Sirius
وتسمى ايضاً الشعرى العبور
الشمس: أقرب نجم الينا Sun
السنة الشمسية Solar Year
شهاب: جمعها شهب Meteor

زخة شهب — Meteor Shower
الشوب — Penumbra
الشيئية — Objective

ص

الصرفة: بيتا الأسد، في ذنب الأسد — Denebola
الصعود المستقيم — Right Ascension
الصوفي: عبدالرحمن الصوفي ٩٠٣-٩٨٦ فلكي عربي راصد. أشهر مؤلفاته صور الكواكب الثمانية والأربعين — Azophi
الصياخد: جمع صيخد وهي مشحات براقة في الشمس بالقرب من البقع الشمسية — Faculae

ض

ضوئية: الطبقة الضوئية الطبقة الأولى من سطح الشمس — Photosphere
ضوئية: السنة الضوئية — Light Year

ط

الطائر (كوكبة) اسم آخر للدجاجة — Cygnus
الطائر: النسر الطائر (كوكبة) وهو اسم آخر للعقاب — Aguila
الطائر: النسر الطائر: نجم الفا العقاب — Altair
الطول البؤري — Focal Length
الطيف — Spectrum

ظ

الظل (في الخسوف) — Umbra
الظليم، الفا النهر، وهو آخر النهر — Achernar

ع

عبور: ما يحدث لعطارد والزهرة عندما يمران أمام قرص الشمس — Transit
العدسة الشيئية — Objective Lens
العدسة المحدبة — Convex Lens
العدسة المقعرة — Concave Lens
العذراء (كوكبة) — Virgo
عطارد: كوكب سيار — Mercury
العقدة — Node
موضع تقاطع مدار الأرض مع مدار القمر، عندما يكون القمر في العقدة يحدث الخسوف
العقرب (كوكبة) — Scorpius
العمالقة من النجوم — Giant Stars
العمالقة الكبرى — Super Giants
عنقود نجوم — Star Cluster
عنقود كروي — Globular Cluster
عنقود مجري أو مفتوح — Galacticor Open Cluster

غ

الغاز الفلكي — Interstellar Gas
الغبار الفلكي — Interstellar Dust
الغراب (كوكبة) — Corvus

الغول: بيتا برشاوس Algol

غيوم ماجلان Magellanic Clouds

ف

الفترة الفلكية Sidereal Period

الفرس الأعظم (كوكبة) Pegasus

فلك التدوير Epicycle

فم الحوت: الفا الحوت الجنوبي Fomalhaut

فوبوس: قمر المريخ Phobos

فوهة قمرية Lunar Ceater

ق

القائد: ايتاالدب الأكبر Alkaid

ويسمى أيضاً بنت نعش Benetnash

قالبة: الطبقة القالبة Reversing layer
(في الشمس)

القبة الفلكية Celertial Sphere

القدر Magnitude

القدر المطلق Absolute Magnitude

قزم أبيض Small Dwart

القطب الفلكي الجنوبي South Celestial Pole

القطب الفلكي الشمالي North Celestial Pole

القطب المداري Ecliptic Pole

قطع زائد Hyperbola

قطع مكافيء Parabola

قلاص أو قلائص: Hyades
عنقود مفتوح في الثور

قلب الأسد: الفا الأسد Regulus

يسمى أيضاً الملك الصغير أو المليك

قلب العقرب: الف العقرب Antares

القمر: الململة القمرية Lunar Libration

القمر: بحار القمر: أنظر حرف (ب)

قنطورس (كوكبة) Centaurus

القوس (كوكبة) Sagittarius
ويسمى أيضاً الرامي

القيثارة (كوكبة) Lyra
احدى أسماء كوكبة اللورا

قيطس (كوكبة) Cetus

قيفاوس (كوكبة) Cepheus

قيفاويات Cepheids
اسم يطلق على النجوم المتغيرة تغيراً منتظماً مثل دلتا قيفاوس

كأس (كوكبة) وتسمى الباطية أيضاً Crater

الكسوف Solar Eclipse

الكسوف الحلقي Arnular Eclipse

الكلب الأصغر (كوكبة) Canis Minor

الكلب الأكبر (كوكبة) Canis Major

كوكب سيار Planet

كوكبة Constellation

الكويكبات Asteroids

ل

اللسعة (ابسلون العقرب) Lesath
اسم محدث لم يعرفه العرب القدماء

اللطخة السحابية أي سديم Nebula

اللطخات الشمسية Flocculi

لمة المذنب Coma

لمعان	Luminosity
اللورا (كوكبة)	Lysa
اللونية: الطبقة الثالثة من سطح الشمس	Cluomos Phere

م

مئزر: زيتا الدب الأكبر هو العناق عند العرب	Mizar
ماجلان: غيوم ماجلان أقرب السدم المجرية الينا	Magellanic Clouds
متجدد: نجم متجدد	Nova
المتغيرات القيفاوية	Cepheid Variables
المتفجرة: النجوم المتفجرة	Exploding Stars
المثلث (كوكبة)	Triangulum
مثلث الصيف الكبير	Big Summer Triangle
مجرة	Galaxy
مجرتنا: درب التبانة	Milky Way
مجسطي: كتاب بطليموس في الفلك	Majest
مجال مغناطيسي	Magnetic Field
محاق	New Moon
محور دوران	Axis
مدار البروج	Zodiac
مدار	Orbit
مرآة شيئية	Objective Mirror
مرآة معترضة	Diagonal
المرأة المسلسلة (كوكبة)	Andromeda
مرافق في الثنائي	Companion
المراق: بيتا الدب الأكبر سمي كذلك لأنه في مراق بطن الدب	Merak
المرتبة الطيفية	Spectral Clas
مرقب	Telescope
مرقب عاكس	Reflector
مرقب كاسر	Refractor
المريخ: كوكب سيار	Mars
مذنب	Comet
مستعر	Supernovae
مستوى المدار	Plane of Orbit
المشتري: كوكب سيار	Jupiter
مطياف	Spectroscope
المغرز: دلتا الدب الأكبر سمي كذلك لأنه في مغرز ذنب الدب	Megrez
مكون من الثنائي	Component
ململة قمرية	Lunar Libration
المليك	Regulus
ممسك الاعنة	Aniga
منشور أو موشور	Prism
منظار	Binocular
منطقة البروج	Zodiac
منطقة: دلتا الجوزاء	Matika
منقار الدجاجة: بيتا الدجاجة	Albirco
منكب الجوزاء: بيتا الجوزاء	Betelgeuse
الميزان: (كوكبة)	Libra

ن

نبتون (كوكب سيار)	Neptone
النتوءات الشمسية	Prominences
نجم ثنائي	Binary Star
نجم راديوي	Radio Star

نجم عملاق	Giant Star
نجم عملاق كبير	Super Aiant Star
النجم القطبي: الفا الدب الأصغر سمته العرب الجُدي (بضم الجيم)	Polaris
نجم متغير	Variable Star
نجم مزدوج	Double Star
نجم نابض أو نيوتروني	Pulsar, Neutron Star
النسر الطائر (كوكبة)	Aquila
النسر الواقع: الفا اللورا	Vega
نصب المرقب	Mounting of Telescope
النصب الاستوائي	Equatorial Mounting
النصب السمتي	Altazimuth Mounting
نجم النطاق: زيتا الجوزاء	Alnitak
نطاق البروج	Zodiac
نطاق الكويكبات	Zone of Asteroids
النهر (كوكبة)	Eridanus
نيزك	Meleorite

هـ

هلال	Crescent
الهلبة (كوكبة حديثة) كانت قسماً من كوكبة الأسد، وهي ضفيرة برنيس	Coma Berenices

و

واجد	Finder
وجه: أوجه القمر	Phases of the Moon
وحدة فلكية هي المسافة بين الأرض والشمس	Astronomical Unit
وحيد القرن (كوكبة حديثة)	Monoeeros
وزن: دلتا الكلب الأكبر وهو أحد العذارى	Wezen
وضع: زاوية الوضع الزاوية التي يقاس بها وضع أحد المكونات في الثنائي بالنسبة للآخر	Position Angle
الوهج الشمسي	Solar Flare
الوهج الكهربائي	Electric Glow

ي

يد الجوزاء (بيتا الجوزاء) وتسمى أيضاً منكب الجوزاء.	Betel Geuse

المراجع التي استقى منها هذا الكتاب

بالاضافة الى خبرة ثلاثين عاماً

المراجع عن أسماء النجوم:

1 - Arabirtie Sternnamen In Europa Paul Kunitzsch: 1959: Otto Harrassowitz; Wiesbaden.
2 - Untersuchungen Zur SternnomenKlatur Der Araber Paul Ku nitssch: 1961: Otto Harassowitz: Wiesbaden.
3 - Short Guide to Modern Star Names & Their Derivations Paul Kunitzsch & Tim Smart: 1986.
Otto Harrassowitz: Wies baden.
4 - Star Names: Their Lase & Meaning Richard Hinckley Atlen: 1963
Dover Publications: New York.

٥ - أسماء النجوم في الفلك الحديث: أصولها وتطورها
مخطوطة لم تطبع بعد: الدكتور عبدالرحيم بدر.
٦ - صور الكواكب الثمانية والأربعين: عبدالرحمن الصوفي: ١٩٥٤
مطبعة دائرة المعارف العثمانية - حيدر اباد - الركن - الهند.
٧ - القانون المسعودي: أبو الريحان محمد أحمد البيروني: ١٩٥٤
دائرة المعارف العثمانية - حيدر اباد - الركن - الهند.

المراجع النظرية:

١ - بدائع السماء: تأليف جيرالد هوكنز ترجمة عبدالرحيم بدر - ١٩٦٧ نشر مؤسسة فرانكلين.
٢ - علم الفلك الراديوي: ترجمة عشماوي ومدور - ١٩٦٧: مؤسسة سجل العرب - مصر.
٣ - حكاية الشمس - ماسيفيتش: غير مؤرخ: دار الطبع والنشر باللغات الأجنبية - موسكو.
4 - Astronomical Universe: Krogdahl - 1962: Macmillan co.
5 - The Universe: Isaac Asimov: 1971: Penguin Book.
6 - Discovering the Universe: Bernard & joyce Lovell 1963: Ernest Benn Limited: London.
7 - Srars in the Making: Payne - Gaposckin: 1959: Pocket Book, New York.
8 - The Pan Book of Astronomy: Muirden: 1964: Pan Book, London.

9 - Space Laboratoies: Zhdanov & Tindo: No Date: Foreign Lan guages Publishing: Moscow.

مراجع فيها ارشادات عملية:

١ – دليل السماء والنجوم: د. عبدالرحيم بدر، ١٩٨٦، مؤسسة مصري للتوزيع.
٢ – الفلك عند العرب: د. عبدالرحيم بدر، ١٩٨٦، مؤسسة مصري للتوزيع.
3 - Larouse Astronomy: Editor: Philippe de La Cotardiere: 1987: Hamlyn Publiohing Group.
4 - Star and Planet Spotting: Forown: 1974: Bland Ford Press: London.
5 - The Stars: Irving Adler: 1962: Signet Books.
6 - New Hand Book of the Heavens: Bernhard - Bennet - Rice 1962: Signet Books.
7 - Petterns in the Sky: Julius Staal: 1980: Abee Custom Graph ics: p.o.box 5466, Atlanta, Georgia, 30307 U.S.
8 - Celestial Objects: Webb: 1962 Dover Publications.
9 - Introducing Astronomy: Sidgwick: 1961: Faber, London.
10 - Solar Physics: A. Severney - Notdated. Foreign Languages Publishing: Moscow.
11 -.Astronomy With Binoculas: James Muirden: 1984 ARCO Publish ing inc. N.Y.
12 - Guide to Observing the Moon: British Astronmical Associa tion: 1986: Enslow Publishers inc.

Patrick Moore Collection:

13 - Guide to the Stars: 1974: Lutter Worth Press: Guild Ford & London.
14 - The Amateur Astronomer: 1974: Lutter Worth Press: Guild Ford & London.
15 - Naked eye Astronomy: 1973: Lutter Worth Press: Guild Ford & London.
16 - What's New in space: 1982: Carousel Books.
17 - The Story of Astronomy: 1986 Macdnald London.
18 - A - Z of Astronomy: 1986.
19 - Observers Book of Astronomy: 1973: Fredrick Warne & co.
20 - Astronomy For Olenel: 1973 London.

المحتويات

توطئة ٥

مقدمة ٧

الفصل الاول:

العقبة الكبرى ١١

الفصل الثاني:

اشكال النجوم ١٥

الفصل الثالث

الاساطير الاغريقية في السماء ٢٥

الفصل الرابع:

كيف نرى السماء تدور ٣٣

الفصل الخامس

لماذا تبدو السماء هكذا ٤١

الفصل السادس:

خرائط السماء ٤٧

الفصل السابع:

التفتيش على كوكبة الكوكبات ٦٥

الفصل الثامن:

خطوط الميل ٧٥

الفصل التاسع:

الصعود المستقيم ٨٣

الفصل العاشر:

نطاق البروج ٩١

الفصل الحادي عشر:

الالات البصرية في الرصد ٩٩

الفصل الثاني عشر:
المنظار ١٠٣
الفصل الثالث عشر
المراقب ١١٧
الفصل الرابع عشر
القطع البصرية في المرقب ١٢٥
الفصل الخامس عشر
نصب المرقب ١٣٣
الفصل السادس عشر
التصوير الفلكي ١٤١
الفصل السابع عشر
أقدار النجوم ١٤٧
الفصل الثامن عشر
تسمية الكوكبات والنجوم والسدم ١٥٣
الفصل التاسع عشر
وحدات القياس الفلكية ١٦١
الفصل العشرون
المطياف ١٦٩
الفصل الحادي والعشرون
قياس الابعاد الفلكية ١٧٥
الفصل الثاني والعشرون
النجوم ١٨٣
الفصل الثالث والعشرون
النجوم الثنائية ١٩١
الفصل الرابع والعشرون
النجوم المتغيرة ٢٠٣

الفصل الخامس والعشرون
عناقيد النجوم ٢١٩
الفصل السادس والعشرون
السدم ٢٢٥
الفصل السابع والعشرون
النجوم المتفجرة ٢٣٣
الفصل الثامن والعشرون
الكواكب السيارة ٢٤٣
الفصل التاسع والعشرون
عطارد ٢٤٧
الفصل الثلاثون
الزهرة ٢٥١
الفصل الحادي والثلاثون
الارض ٢٥٩
الفصل الثاني والثلاثون
المريخ ٢٦٥
الفصل الثالث والثلاثون
المشتري ٢٧٧
الفصل الرابع والثلاثون
زحل ٢٩٣
الفصل الخامس والثلاثون
اورانوس ٣٠٧
الفصل السادس والثلاثون
نبتون ٣١٧
الفصل السابع والثلاثون
بلوتو ٣٢٧

الفصل الثامن والثلاثون
الشمس ٣٣٣
الفصل التاسع والثلاثون
القمر ٣٤١
الفصل الاربعون
الكويكبات ٣٦١
الفصل الحادي والاربعون
الشهب والنيازك ٣٦٧
الفصل الثاني والاربعون
المذنبات ٣٧٥
الملاحق ٣٨٣
قاموس المصطلحات ٣٩٥
المراجع ٤٠٣
الفهرست ٤٠٥